



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

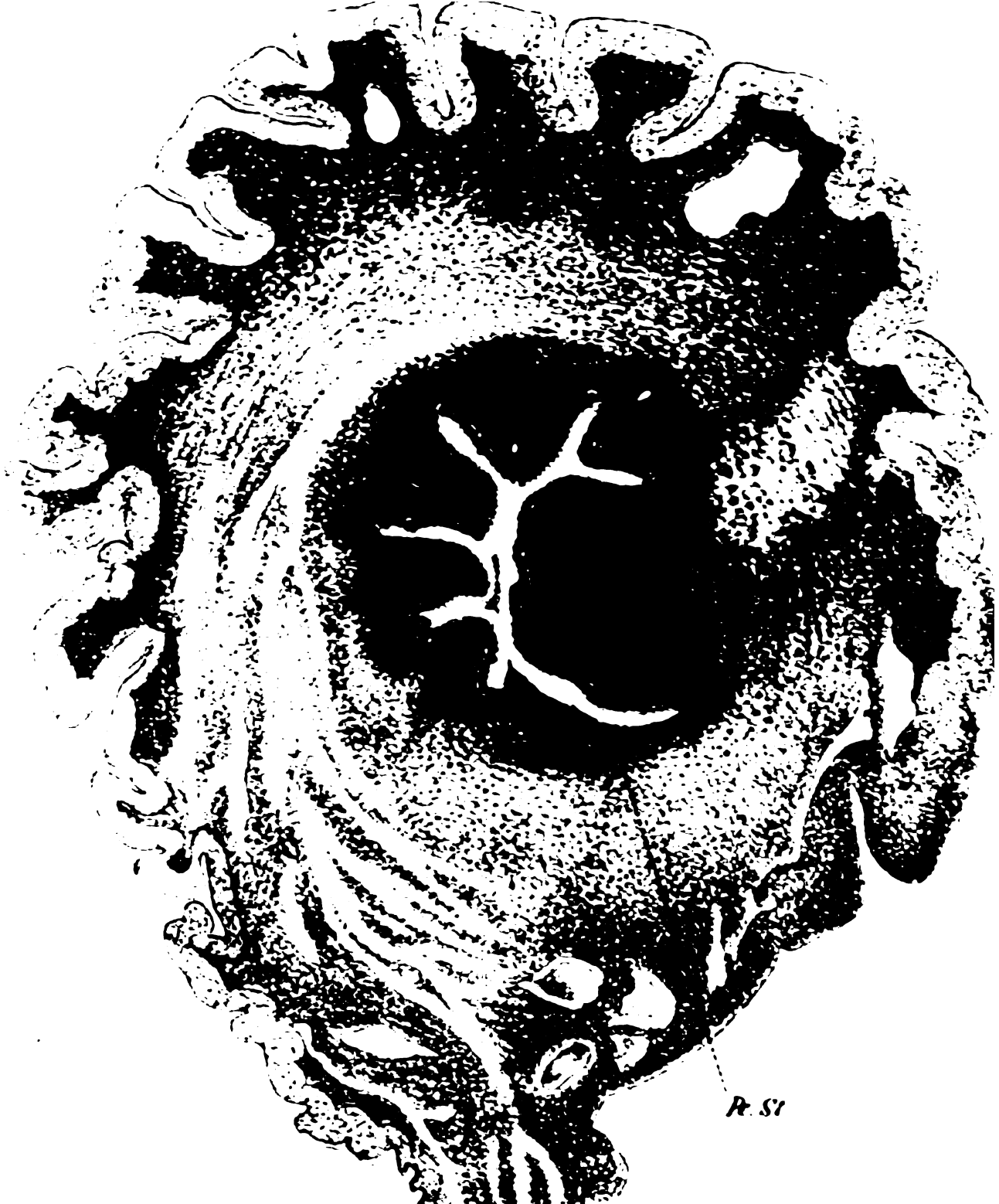
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

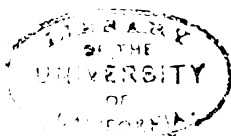
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Anatomische hefte. abt.1

LIBRARY
THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Class



ANATOMISCHE HEFTE.

REFERATE UND BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

FR. MERKEL

UND

R. BONNET

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN GÖTTINGEN.

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN GIESSEN.

ERSTE ABTHEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

X. HEFT (III. BAND, HEFT III).

MIT 10 TAFELN.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1894.



VERLAG VON J. F. BERGMANN IN WIESBADEN.

Soeben erschien:

Grundriss
der
chirurgisch-topographischen Anatomie
mit Einschluss der
Untersuchungen am Lebenden

für Aerzte und Studirende.

Von

Dr. Otto Hildebrand,
Privatdozent der Chirurgie in Göttingen.

Mit einem Vorwort von **Dr. Franz König**, ord. Professor der Chirurgie, Geh. Med.-Rath, Direktor der chirurgischen Klinik in Göttingen.

Mit 92 theils mehrfarbigen Abbildungen im Text.

Preis 7 Mark; gebunden 8 Mark.

Aus dem Vorwort des Geh. Med.-Rathes Professor Dr. König in Göttingen:

„Der Bitte des Verfassers, meines langjährigen Assistenten und Mitarbeiters in der Göttinger Klinik, einige einführende Worte zu diesem Buche zu schreiben, entspreche ich um so lieber, als ich in den von mir durchgesehenen Blättern Vieles finde, was man in einer Anzahl von Büchern, welche sich in den Händen der Studenten befinden, vermisst, und worauf ich in meinen klinischen Stunden von jeher Gewicht gelegt habe. Ich meine die Bemerkungen des Verfassers, welche sich darauf beziehen, die topographische Anatomie am lebenden Körper zu studiren und zu lernen, dass man durch Sehen, Hören, Fühlen an der Körperoberfläche die unter den Hüllen liegenden anatomischen Theile dem geistigen Auge erschliessen kann.“

„Mancher wird sich die Frage vorlegen, ob angesichts der Thatsache, dass wir eine Anzahl guter kleiner, für die Chirurgie berechneter topographischer Bücher haben, das Erscheinen des Hildebrand'schen Buches gerechtfertigt ist. Ich beantworte dieselbe mit: ja. Die chirurgisch-topographischen Leitfaden müssen, wenn sie etwas werth sein sollen, Kinder ihrer Zeit sein. Sie treiben nicht reine Wissenschaft, sondern sie sind „ad hoc“, d. h. dem zeitlichen Streben und Arbeiten der chirurgischen Kunst in vielen Stücken angepasst. Es müssen heute viele spezielle Verhältnisse hervorgehoben werden, welche vielleicht vor einem oder zwei Jahrzehnten den praktischen Chirurgen nicht interessirten. Ich erinnere nur an die Bauchhöhle. Somit hat das Buch, welches diesen augenblicklichen Verhältnissen Rechnung trägt, seine entschiedene Berechtigung. Wir sind aber auch der Meinung, dass sich dasselbe durch die vortrefflich gelungene Kombination des Textes mit der darstellenden Zeichnung aus der Hand des Herrn Maler Peters sehr bald zahlreiche Freunde erwerben wird.“

König.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Soeben erschien:

Pathologie und Therapie
der
Neurasthenie und Hysterie

dargestellt

von

Dr. L. Löwenfeld,

Specialarzt für Nervenkrankheiten in München.

744 Seiten. Preis: M. 12.65.

Die enorme Verbreitung der Neurasthenie und Hysterie und ihr häufiger Zusammenhang mit Unfällen machen heutzutage eine genauere Kenntniss dieser beiden Krankheiten zu einem unabweisbaren Erfordernisse für jeden Arzt, den Specialisten nicht minder als den allgemeinen Praktiker. Unsere Litteratur hat bei ihrem bisherigen Stande diesem Erfordernisse nur höchst mangelhaft Rechnung getragen. Seit fast zwei Decennien ist von keinem deutschen Autor eine zusammenfassende Darstellung der Lehre von der Hysterie mehr unternommen worden, obwohl dieselbe während dieser Zeit durch eine Reihe bahnbrechender Forschungen geradezu eine Umgestaltung erfahren hat. Die Lücke, welche unsere Litteratur in dieser Beziehung aufwies, ist durch des Verfassers Pathologie und Therapie der Neurasthenie und Hysterie ausgefüllt, welche neben einer erschöpfenden, durchgehends auf eigener Beobachtung fussenden Schilderung der Neurasthenie die erste Darstellung des ganzen Gebietes der Hysterie nach dem

Mi

Gö

in
ent
fin
befi
gelt
zielt
das
lieg

wir
hab
ant
sie
schir
Veri
den
Som
sein
selb
Zeic
werl

gegenwärtigen Stande der Wissenschaft bietet. Das Ziel, welches der Verfasser, wie er in der Vorrede bemerkt, in erster Linie verfolgte, war, dem Arzte einen zuverlässigen Rathgeber für die Erkennung und Behandlung der beiden in Frage stehenden, für die Praxis so bedeutungsvollen Erkrankungen zu liefern, soweit unsere derzeitigen Kenntnisse dies ermöglichen. Es wurde daher auf die Mittheilung der klinischen Thatsachen das Hauptgewicht gelegt, theoretischen und historischen Erörterungen dagegen, soweit solche nicht für das Verständniss der klinischen Beobachtungen erforderlich sind, relativ wenig Raum gewährt.

Dem therapeutischen Abschnitte des Buches liegt die bekannte Abhandlung des Verfassers (Die mod. Behandl. der N. u. H.) zu Grunde, deren beide Auflagen sich der günstigsten Aufnahme in den ärztlichen Kreisen zu erfreuen hatten. Doch handelt es sich keineswegs um eine einfache Wiedergabe dieser Schrift. Manche Theile derselben wurden einer Umarbeitung unterzogen, andere mit Ergänzungen versehen. Auch von den Neuerungen in der Therapie der Neurasthenie und Hysterie, welche die letzten Jahre gebracht haben, ist nichts unberücksichtigt geblieben, was die Beachtung des Praktikers ernsthaft verdient.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeines. Stellung der Neurasthenie und Hysterie unter den Neuro- und Psychopathien. — **Aetiologie.** Vorbemerkungen. — Prädisponirende Momente. — Direkte oder Gelegenheitsursachen. — **Symptomatologie der Neurasthenie.** Vorbemerkungen; psychische und physische Typen der Neurasthenie. — Störungen der psychischen Sphäre. a) Störungen auf intellektuellem Gebiete. b) Störungen der Gemüthssphäre. c) Störungen der Willenssphäre. d) Charakterveränderungen. e) Zwangsgedanken; a) Zwangsgedanken im engeren Sinne, b) Zwangsempfindungen, c) Zwangsfurcht und Angstzustände (Phobien). — Schwindel und Betäubungszustände. — Schlafstörungen. — Störungen im Bereiche des Gefühlssinnes. — Störungen im Bereiche der höheren Sinne. Neurasthenische Asthenopie. Anhang: Pupillenanomalien. — Störungen auf motorischem Gebiete. — Mechanische und elektrische Erregbarkeit der Nerven. Elektrischer Leitungswiderstand am Kopfe. — Reflexe

(Haut- und Sehnenreflexe). — Störungen der Sprache und Schrift. — Funktionsstörungen des Cirkulationsapparates. Nervöse Herzschwäche (Neurasthenia cordis). — Störungen im Bereiche des Respirationsapparates. — Störungen im Bereiche des Verdauungsapparates (Nervöse Dyspepsie, nervöse Enteropathie). — Störungen der Sexualsphäre. — Anomalien der Schweiss-, Speichel- und Thränen-Sekretion. — Harnveränderungen. — Idiosynkrasien. — Witterungsempfindlichkeit. — **Klinische Einzelformen der Neurasthenie.** a) Cerebrasthenie (psychische Neurasthenie) — b) Spinale Neurasthenie (Myelasthenie). Cerebrospinale Form der Neurasthenie. — c) Sexuelle Neurasthenie. — d) Hereditäre Neurasthenie. — e) Traumatische Neurasthenie. — **Verlauf und Prognose der Neurasthenie.** — **Theorie der Erkrankung.** — **Diagnose der Neurasthenie.** — **Symptomatologie der Hysterie.** — Einleitung. — Störungen der Empfindung. A. Sensible und sensorielle Anästhesien. Aesthesiogenie. B. Gesteigerte Reizbarkeit und abnorme Reizzustände im Bereiche der Empfindungsnerven. Hysterische Hyperästhesien (Hyperalgesien), Schmerzen und Parästhesien. Anhang: Hysterogene Zonen. — **Motilitätsstörungen.** a) Schwächezustände und Lähmungen. b) Abasie-Astasie. c) Kontrakturdiathese und Spontankontrakturen. d) Clonische Krämpfe. Lokalisierte clonische Krämpfe. Chorea electrica. Chorea rhythmica. Chorea saltatoria. Spasmus saltatorius (saltatorischer Reflexkrampf). Paramyoclonus multiplex (Myoclonie). Hysterische Chorea minor. e) Tremor. — **Störungen des Schappapparates.** — **Störungen im Bereiche des Respirationsapparates.** — **Störungen im Bereiche des Cirkulationsapparates.** — **Störungen im Bereiche des Verdauungsapparates.** Anhang: Die Hysterische Anorexie. — **Störungen im Bereiche des Harnapparates.** — **Störungen im Bereiche der Sexualorgane.** — **Sekretionsstörungen.** — **Trophische Störungen.** — **Ernährung und Stoffwechsel in der Hysterie.** — **Hysterisches Fieber.** — **Hysterische Sprachstörungen.** — **Die hysterischen Anfälle.** a) Der grosse oder hysteroepileptische Anfall und dessen Varianten. b) Hysterische Anfälle von epileptoider Form; hysterische partielle Epilepsie. c) Die hysterischen Schlafattaquen. d) Die Anfälle hysterischer Katalepsie. e) Die Anfälle des hysterischen Somnambulismus; hysterischer Automatismus. Anhang: Chorea major. f) Die gewöhnlichen hysterischen Anfälle. — **Hypnose und Hysterie.** — **Hysterische Imitationen.** — **Der Geisteszustand der Hysterischen.** Der sogenannte hysterische Charakter. Hysterie und psychopathische Belastung. Anomalien der intellektuellen Sphäre. Die hysterischen Amnesien. Die hysterische Suggestibilität. Die hysterischen Hallucinationen. Anomalien der Gemüthssphäre. Anomalien der Willenssphäre. Die geistigen Stigmata der Hysterie. — **Verlauf und Prognose der Hysterie.** — **Diagnose der Hysterie.** — **Hysteroneurasthenie.** — **Prophylaxe der Neurasthenie und Hysterie.** — **Therapie.** — **Ursächliche Behandlung.** — **Diätetische Behandlung.** — **Arzneiliche Behandlung und Brunnenkuren.** — **Luftkuren.** — **Wasserkur (Hydrotherapie).** — **Badekuren (Balneotherapie).** — **Elektrische Behandlung.** — **Massage und Heilgymnastik.** — **Psychische Behandlung.** a) Psychische Behandlung im weiteren Sinne. b) Hypnose und Suggestion. — **Anstaltliche Behandlung.** — **Mitchell-Playfair'sch Maskur.** — **Litteraturübersicht.** — **Sachregister.**

Urtheile der Presse.

.... Ein mit Fleiss und Sorgfalt geschriebenes, sichtlich auf eingehender Kenntniss der Litteratur und grosser eigener Erfahrung beruhendes Werk, dem noch obendrein zu Statten kommen wird, dass es, insbesondere hinsichtlich der Hysterie, eine sehr fühlbare Lücke in der deutschen medizinischen Litteratur ausfüllt.

Alles in allem geht unser Urtheil dahin, dass das Buch in hohem Masse geeignet ist, ein tieferes Verständniss für die Zustände, die es abhandelt, in weitere Kreise zu tragen, und dass es insbesondere auch im Punkte der Therapie ein vortrefflicher Rathgeber genannt werden darf. Wir wünschen ihm eine weite Verbreitung in den Kreisen der praktischen Aerzte.

„Fortschritte der Medizin.“

.... Actuellement on peut considérer que la neurasthénie et l'hystérie forment les deux chapitres les plus importants de la pathologie nerveuse. Quiconque pratique la médecine, quiconque même pratique une spécialité quelconque dans l'art de guérir devrait posséder à fond la matière que le Dr. Loewenfeld décrit avec tant de talent

Un si beau livre devrait figurer dans l'arsenal scientifique de tout médecin.

„Bulletin de la Société de Médecine mentale de Belgique.“

.... Wir begrüssen das erschienene Buch Löwenfeld's freudig. Sein Name empfiehlt das Buch schon genügend und wir sind sicher, dass es rasche und grosse Verbreitung unter den deutschen Aerzten finden wird.

„Centralblatt für Nervenheilkunde u. Psychiatrie.“

Durch die Buchhandlung von

bestelle .

..... Exempl. **Löwenfeld, Neurasthenie und Hysterie.**

Ort und Datum

Name

ANATOMISCHE HEFTE.

ERSTE ABTEILUNG:

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

III. BAND (VIII., IX., X. HEFT).

ANATOMISCHE HEFTE.

REFERATE UND BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

UNTER MITWIRKUNG VON FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN VON

FR. MERKEL

UND

R. BONNET

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN GÖTTINGEN.

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN GIESSEN.

ERSTE ABTEILUNG.

ARBEITEN AUS ANATOMISCHEN INSTITUTEN.

III. BAND (VIII., IX., X. HEFT).

MIT 28 TAFELN UND TEXTABBILDUNGEN.



WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1894.

Das Recht der Übersetzung bleibt vorbehalten.

Druck der kgl. Universitätsdruckerei von H. Stötz in Würzburg.

Inhalts-Verzeichnis.

| | | |
|--|-----|-------|
| VIII. Heft (ausgegeben am 15. Juni 1893.) | | Seite |
| S. Mollier, Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere. I. Das Ichthyopterygium. Mit 12 Textfiguren und 38 Abbildungen auf Tafel I/VIII | 1 | |
| H. Steinbrügge, Über das Verhalten des menschlichen Ductus cochlearis im Vorhofsblindsack (Reichert). Mit 7 Figuren im Text | 161 | |
| P. Lesshaft, Die Architektur des Beckens. Mit 11 Textfiguren und 2 Figuren auf Tafel IX, X/XI | 174 | |
| IX. Heft (ausgegeben am 16. Oktober 1893.) | | |
| M. v. Lenhossék, Die Nervenendigungen in den Maculae und Cristae acusticae. Mit 4 Figuren auf Tafel XII/XIII . . . | 231 | |
| J. Halban, Die Dicke der quergestreiften Muskelfasern und ihre Bedeutung. Mit 10 Figuren auf Tafel XIV | 269 | |
| D. Barfurth, Experimentelle Untersuchung über die Regeneration der Keimblätter bei den Amphibien. Hierzu Tafel XV/XVI | 309 | |
| D. Barfurth, Über organbildende Keimbezirke und künstliche Missbildungen des Amphibieneies. Hierzu Tafel XVII/XVIII | 355 | |
| X. Heft (ausgegeben am 10. Februar 1894.) | | |
| H. Kionka, Die Furchung des Hühnereies. (Mit 9 Figuren auf Tafel XIX/XX | 391 | |
| A. Dupuis, Die Cortische Membran. Mit 2 Figuren im Text und 19 Figuren auf Lichtdrucktafel XXI/XXII | 447 | |
| H. Strahl, Der Uterus post partum I. Mit 2 Figuren auf Tafel XXIII. | 509 | |
| H. Strahl, Über Dottersacksreste bei Reptilien. Mit 3 Figuren auf Tafel XXIV | 519 | |
| E. Kallius, Untersuchungen über die Netzhaut der Säugetiere. Hierzu Tafel XXV/XXVIII | 527 | |

DIE
FURCHUNG DES HÜHNEREIES

VON

H. KIONKA,
PRAKT. ARZT.

(Aus der entwicklungsgeschichtlichen Abteilung des Kgl. anatomischen
Instituts in Breslau.)

Mit 9 Figuren auf Tafel XIX/XX.



Vorwort.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit erhielt ich durch Herrn Professor Dr. Born, dem eine Nachprüfung der von Duval aufgestellten Lehre über die Furchungsvorgänge beim Hühnerei notwendig erschien.

Herrn Geheimrat Professor Dr. Hasse, der mir zu diesem Zwecke die Räume und das Material des kgl. anatomischen Instituts gütigst zur Verfügung stellte, spreche ich hierfür meinen ergebensten Dank aus.

Ebenso fühle ich mich Herrn Professor Dr. Born für die Anregung zu dieser Arbeit und die Bereitwilligkeit, mit welcher er mich bei der Anfertigung derselben durch Rat und That unterstützte, zu dem grössten Danke verpflichtet.

Während das Verhalten und die Entwicklung des gelegten Hühnereies schon seit langer Zeit den Stoff zu Untersuchungen abgegeben hat, wurden die jüngeren Stadien der Furchung des Hühnereies, welche sich noch vor dem Legen abspielen, zum ersten Male im Jahre 1848 von Coste untersucht. Derselbe sah zuerst die Furchung der Hühnerkeimscheibe, welche er an Oberflächenbildern studierte und auch durch Abbildungen in seinem grossen Werke: „Histoire générale et particulière du Développement des Corps organisés“, (Pl. I. et II) illustrierte. Coste hat noch keine Durchschnitte von ungelegten Hühnerkeimscheiben angefertigt. Dies that zuerst Oellacher (1), welcher einige jüngere Furchungsstadien des Hühnereies in Durchschnitten durch die Keimscheibe beschreibt. Nach ihm beschäftigte sich Goette (2) mit demselben Stoffe.

Im Jahre 1875 hat Kölliker (3) die Furchung des ungelegten Hühnereies genau studiert und in der 1879 erschienenen zweiten Auflage seiner „Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere“ eine ausführliche Darstellung der damals über diesen Gegenstand allgemein gültigen Ansichten gegeben. Hiernach spielt sich der Vorgang der Furchung in kurzen Umrissen folgendermassen ab:

Die Furchung beginnt, während sich das Ei im unteren Teile des Eileiters befindet. Der sich furchende Teil des Dotters,

der „Bildungsdotter“, ist nicht scharf gegen den darunter liegenden „weissen Dotter“ abgegrenzt; wenigstens lässt sich mikroskopisch keine deutliche Grenze zwischen beiden erkennen. Der weisse Dotter zieht sich nach unten in Form eines spitzen Zapfens in die Masse des gelben Dotters hinein, so dass er gerade unter der Mitte des Bildungsdotters, der späteren Keimscheibe, am tiefsten reicht; bei der Betrachtung der Oberfläche schimmert dieser Zapfen als centrale Trübung — der sog. Pander'sche Kern — durch. Die Furchung des Bildungsdotters schreitet asymmetrisch fort, so dass die eine Seite der Keimscheibe stets weiter durchgefurcht ist und kleinere Furchungskugeln und Segmente aufweist, als die andere. Welchem Teile des späteren Embryos diese sich schneller furchende Seite der Keimscheibe entspricht, konnte Kölliker noch nicht entscheiden. Jedoch vermutet er schon, dass dieselbe später zum hinteren Teile der Keimhaut werde, in welcher dann während der Bebrütung auch die ersten Spuren des Embryos auftreten.

Die Furchung beginnt in den obersten Schichten des Bildungsdotters, in dem sich durch das Auftreten einiger Spalten ein paar excentrisch gelagerte Furchungskugeln von dem übrigen Bildungsdotter abgrenzen. Diese Furchungskugeln sind von einander, sowie von den angrenzenden Stücken des übrigen Bildungsdotters durch senkrechte Spalten gut getrennt und ebenso erscheinen sie in der Tiefe von dem noch nicht gefurchten Teile durch horizontal verlaufende Spalten abgegrenzt. Jedoch nimmt Kölliker an, dass diese Begrenzung nach unten keine vollständige sei, „vielmehr hängen überall die Kugeln in einer grösseren oder geringeren Ausdehnung mit dem Bildungsdotterreste zusammen.“ Die weitere Furchung und Zerklüftung des Bildungsdotters schreitet nun in völlig gesetzlicher Weise, aber stets excentrisch weiter fort. Während dessen hat sich die schon oben erwähnte Spalte unterhalb der Furchungszellen zu einer niedrigen Höhle

erweitert und auch seitlich an Ausdehnung gewonnen. Jedoch liegen auch jetzt noch in ihr einige grössere Furchungskugeln, die zum Teil dem Dotter am Boden aufsitzen und von demselben nicht völlig getrennt sind. Dies sind die „Dotterzellen“, welche nach Goette später mit zur Blutbildung verwendet werden. Da die Furchung sich in der Mitte am meisten in die Tiefe erstreckt, so entsteht schliesslich eine in der Mitte mehrschichtige, am Rande nur einschichtige bikonvexe Scheibe von Furchungskugeln. Dieses Verhältnis ändert sich bald; denn während das Ei den Uterus passiert, wächst die Keimscheibe bedeutend in die Breite. Die oberflächliche Zellschicht differenziert sich allmählich zum Ektoderm und dehnt sich selbständig über den Dotter aus, während die unteren Zellschichten sich in der Fläche verschieben, in Form und Anordnung unregelmässiger werden und besonders nach der Peripherie zu sich anhäufen. Auf diese Weise wird die Mitte der Keimscheibe zu der dünnsten Stelle und die Randpartien zu den dicksten, dem „Randwulst“ nach Goette. Dieser Randwulst oder „Keimwulst“, wie ihn Kölliker nennt, ist gegen den darunter liegenden weissen Dotter scharf abgegrenzt und besitzt in dem mittleren Teile seine grösste Dicke, während er nach der Peripherie zu zusammen mit dem darüber liegenden Ektoderm als dünne Schicht allmählich ausläuft.

Unter der sich auf diese Weise ausbreitenden Keimscheibe ist jetzt eine geräumige Höhle entstanden, die in der Mitte entsprechend der hier dünnsten Stelle der Keimscheibe am höchsten ist. Ob diese Höhle, die eigentliche „Furchungshöhle“ der alten Autoren, identisch ist mit der oben geschilderten, schon früher auftretenden kleineren Höhle unter den Furchungskugeln, oder wenigstens aus ihr hervorgeht, lässt sich aus der Beschreibung Köllikers nicht recht ersehen.

Bei seiner Darstellung der Furchungsvorgänge beim Hühnerei ist von Kölliker eine Arbeit von Rauber (4), welche im Jahre 1876 erschienen ist und sich u. a. auch mit diesem

Thema beschäftigt, nicht berücksichtigt worden. Auch in der von Kölliker in der Einleitung zu seiner „Entwicklungsgeschichte“ gegebenen Litteraturübersicht ist diese Arbeit nicht mit aufgeführt. Rauber beschreibt in derselben u. a. von ihm untersuchte, ungelegte Enteneier, sowie frisch gelegte, noch in einem früheren Furchungsstadium befindliche Kanarieneier und giebt von beiden Arten eine Anzahl sehr anschaulicher Durchschnittsbilder. Die Darstellung Raubers stimmt, abgesehen von seinen Theorien, in den Thatsachen im wesentlichen mit der oben gegebenen überein.

Diese Anschauung blieb auch bis vor wenigen Jahren allgemein als richtig anerkannt. — Im Jahre 1884 aber erschien eine Arbeit von Duval (5), welche ganz neue Lehren über den Vorgang der Furchung und die Gastrulation beim Vogelei aufstellte, Ansichten, welche derselbe Autor auch in seinem im Jahre 1889 erschienenen „Atlas d'Embryologie“ (6) wiederum vertrat und ausführte.

Duval ging bei seiner Arbeit von folgender Absicht aus. Durch die früheren Untersuchungen, besonders von Kölliker (3), war festgestellt worden, dass die Segmentation der Hühnerkeimscheibe asymmetrisch ist, und dass die eine Seite der Keimscheibe der anderen in der Entwicklung stets vorausgeht. Jedoch wusste man bisher noch nicht, zu welchem Teile des Embryos sich später der sich schneller furchende Teil der Keimscheibe entwickle, ob zum vorderen oder zum hinteren, oder ob er vielleicht einer lateralen Partie entspräche. Die von den früheren Autoren untersuchten Durchschnitte waren in irgend einer unbestimmten Richtung durch die Keimscheibe gelegt und konnten ebenso gut Longitudinal- wie Transversalschnitte oder auch Schrägschnitte sein. Duval stellte sich daher die Aufgabe, die ungelegten Keimscheiben in einer vorher bestimmten Richtung in Serien von Schnitten zu zerlegen, und hoffte, durch das Studium dieser sicher orientierten Schnittserien neue Aufschlüsse über den Furch-

ungsvorgang zu erhalten. Um nun die gehärteten und aus dem Dotter geschnittenen Keimscheiben auch wirklich in der gewünschten Richtung schneiden zu können, bildete sich Duval eine besondere Methode aus, auf welche wir weiter unten zurückkommen werden.

Betrachten wir zunächst einmal das Eiermaterial, an welchem Duval seine Untersuchungen anstellte. Da Duval zu seiner unten genauer beschriebenen Methode, mittelst deren er die Richtung des Embryos in der Keimscheibe bestimmte, unbedingt Eier bedurfte, an denen man die Seite des stumpfen und des spitzen Pols zu unterscheiden im Stande war, so konnte er ungelegte Eier aus dem oberen Abschnitte des Eileiters, welche zwar von Eiweiss umgeben waren, aber noch keine Schale besaßen, zu seinen Untersuchungen nicht gebrauchen. Aber gerade diese Eier zeigten ihm die Keimscheibe im Beginn der Furchung, ein Stadium, welches er unbedingt mit untersuchen musste. Um nun auch diese jungen Entwicklungsformen in einer für ihn brauchbaren Gestalt zu erhalten, wandte sich Duval, angeregt durch eine Arbeit von Oellacher (7) zur Untersuchung unbefruchteter Eier. Diese Arbeit von Oellacher führte aus, dass sich auch nicht befruchtete Eier im allgemeinen bis zu einem gewissen Stadium entwickeln, und dass ein unbefruchtetes, frisch gelegtes Ei eine ungefähr gleich weit entwickelte Keimscheibe aufweist, wie ein befruchtetes Ei während seines Aufenthaltes im Eileiter. Duval untersuchte nun zunächst unbefruchtete, also parthenogenetisch entwickelte Eier einer Henne, welche vom Hahn abgesondert im Institut gehalten wurde und trotzdem regelmässig ihre Eier ablegte. Ausserdem zog Duval auch noch unbefruchtete Eier anderer Vögel in den Kreis seiner Untersuchungen. Oellacher hatte (l. c.) darauf hingewiesen, dass die verschieden schnelle Entwicklung der einzelnen Eier während ihres Durchtretens durch die inneren Genitalien der Henne vielleicht mit abhängig wäre von der verschiedenen „Individualität“ der Eier. Ebenso, meint



nun Duval, könnte doch auch die „Individualität“ der Art der Eltern einen Einfluss auf die Schnelligkeit der Entwicklung des Eies ausüben. So kam er darauf nachzusehen, ob man nicht bei gelegten Eiern anderer Vögel als Hühner die Keimscheibe in den gesuchten Entwicklungsstufen finden würde. Er wandte sich, was übrigens schon vor ihm Rauber (4) gethan hatte, an kleine Vogelarten, deren kürzere Ovidukte und Uteri auch ein weniger langes Verweilen des durchtretenden Eies bedingten. Duval verschaffte sich daher durch einen Vogelhändler gelegte, unbefruchtete Eier von kleinen Singvögeln: Sperling, Nachtigall, Zeisig, Grasmücke, kleinen Papageien: Wellensittich, Wasserhuhn (colin?), Fasanen, Gänsen u. a. und studierte auch an diesen das Verhalten der Keimscheiben.

Das Material, auf Grund dessen Duval seine Theorie über die Vorgänge bei der Furchung und der Entwicklung der Keimblätter aufstellte, bestand also zumeist aus gelegten, unbefruchteten Eiern verschiedener Vogelarten.

Wie schon oben erwähnt, kam es Duval wesentlich darauf an, auf irgend eine Weise die Längsaxe des zukünftigen Embryos an der gehärteten Keimscheibe zu erkennen. Er ging dabei von der schon früher bekannten Thatsache aus, dass im Beginne der Bebrütung, d. h. nach dem Auftreten des Primitivstreifens, der sich entwickelnde Embryo immer eine ganz bestimmte Richtung im Ei einnimmt. Die schon von Balfour und Kölliker aufgestellte, von Duval aber durch eine grössere Statistik als richtig erwiesene Regel ist folgende: Legt man ein Ei so vor sich hin, dass der stumpfe Pol nach links, der spitze nach rechts sieht, so zerlegt eine die beiden Eipole verbindende Linie die Keimscheibe in eine dem Beschauer zugekehrte Hälfte, welche zum hinteren Ende des Embryos wird, und in eine abgewandte vordere Hälfte, welche sich zum Kopfende des Embryos entwickelt.

Es kam also darauf an, sofort nach Eröffnung der Schale

auf dem Dotter die Seite des spitzen und die des stumpfen Pols zu bezeichnen, um so auch nach Entfernung der Schale die Längsaxe des zukünftigen Embryos an der Keimscheibe erkennen zu können.

Duval that dies auf folgende Weise: Einen etwa 5 mm breiten Papierstreifen bog er zu einem kleinen Rahmen von der Form eines spitzwinklig-gleichschenkligen Dreiecks zusammen und setzte ihn nach vorsichtiger Eröffnung der Schale, nachdem er die dem Dotter aufliegende Eiweisschicht mit einer Pipette weggesogen hatte, so auf den Dotter auf, dass ein dreieckiges Kästchen entstand, dessen Boden durch die Oberfläche des Dotters mit der Keimscheibe gebildet wurde. Der Papierrahmen wurde so aufgestellt, dass die vordere Hälfte der Keimscheibe nach der Basis, die hintere nach der Spitze des Dreiecks gerichtet war. Dieses Kästchen füllte er mit verdünnter Osmiumsäure (1 : 300) und liess dieselbe solange auf die Dotteroberfläche wirken, bis der ganze Boden des Kästchens geschwärzt war. Alsdann brachte Duval das ganze Ei in $\frac{1}{3}\%$ ige Chromsäurelösung, befreite den Dotter von Schale und Eiweiss und liess ihn mehrere Tage im ganzen darin härten. Die so behandelten Dotter zeigten dann deutlich eine geschwärzte Stelle von der Form eines gleichschenkligen Dreiecks, in deren Mitte die Keimscheibe in der oben angegebenen Weise orientiert lag. Dieses Dreieck wurde dann herausgeschnitten und zur weiteren Behandlung aufbewahrt.

Die Markierung und Härtung nahm Duval auch noch auf eine andere als die eben angegebene Art vor. Er füllte den Papierrahmen, den er auf die Dotteroberfläche aufgesetzt hatte, ohne vorher das Eiweiss zu entfernen, mit Alkohol absolutus, so dass das von dem Rähmchen eingeschlossene Eiweiss gerann und der Dotteroberfläche fest anhaftete. Alsdann befreite er den übrigen Dotter vorsichtig von dem ihn umgebenden noch flüssigen Eiweiss und erhärtete ihn vollständig längere Zeit in

absolutem Alkohol. Auch hier war die Längsaxe der Keimscheibe durch das fest ansitzende Dreieck geronnenen Eiweisses deutlich markiert.

Zum Schluss, als Duval mit seiner Arbeit schon fast am Ende war, kombinierte er mit der Wirkung der Chromsäure noch die der höheren Temperatur und legte die von Schale und Eiweiss befreiten Dotter, nachdem er ebenfalls das Dreieck durch Osmiumsäure geschwärzt hatte, in kochende Chromsäure.

Die herausgeschnittenen dreieckigen Stücke, welche also aus geronnenem Dotter und der Keimscheibe bestanden, wurden nun auf dem Mikrotom in Schnitte, teils parallel der Höhe, teils parallel der Basis des Dreiecks zerlegt, je nachdem Longitudinal- oder Transversalschnitte durch die Keimscheibe angelegt werden sollten. Als Einbettungsmittel wählte Duval Collodium und färbte die Präparate mit Pikrokarmine auf dem Objektträger, hebt aber hervor, dass nur die mit Alkohol gehärteten Präparate eine gute Kernfärbung annahmen.

Auf Grund seines so gewonnenen Materials stellte nun Duval eine neue Lehre von der Furchung des Vogeleies auf, welche in einigen Punkten ziemlich erheblich von der früheren Anschauung abweicht, die ich oben nach der Darstellung Köllikers (3) wiedergegeben habe. Und zwar sind es im wesentlichen zwei Vorgänge, welche Duval neu beobachtet hat. Erstens ist dies das Auftreten der „Cavité de Segmentation“, wie sie Duval nennt, und zweitens der am hinteren Ende der Keimscheibe beginnende Umschlag des Ektoderms in die unterste Schicht des Entoderms, der zur völligen Abhebung der Keimscheibe von dem Dotter durch die so entstehende „Cavité sous-germinale“ führt.

Als „Cavité de segmentation“ beschreibt Duval eine spaltförmige Höhle, welche bald beim Beginne der Furchung unter der zuerst entstandenen obersten Zellreihe auftritt und auch nach der Durchfurchung der darunter liegenden Schichten diese

noch eine Zeit lang deutlich von der obersten Zelllage trennt. Dieser spaltförmige Raum liegt stets excentrisch, und zwar mit seiner Mitte etwas hinter der Mitte der Keimscheibe. Seine obere Decke bildet also die oberste Zellschicht, während der Boden der Höhle zuerst von dem noch ungefurchten Bildungsdotter, später aber von mehreren Zelllagen, dem primären Entoderm, gebildet wird. Duval sieht diese Höhle als vollständiges Analogon der Furchungshöhle bei den Eiern der Amphibien an. Diese Höhle hat jedoch nur kurzen Bestand und verschwindet bald wieder.

Duval glaubt auch, dass diese Spalte schon früher von Kölliker gesehen, aber nicht beschrieben worden ist. Duval verweist hierbei auf Fig. 19 in Köllikers „Embryologie“, in welcher in der Mitte unter den Furchungskugeln eine Spalte zu sehen sei, welche sich aber auch nach der Peripherie zu als deutliche Linie fortsetze. Indessen ist zwar auf der Zeichnung der schon durchgefurchte Teil des Bildungsdotters durch andere Schraffierung wiedergegeben als der noch ungefurchte, und erscheint infolgedessen durch eine Grenzlinie von letzterem abgesetzt, aber von einer diese beiden Schichten trennenden Spalte kann keine Rede sein. Kölliker weist auch eine derartige Vermutung selbst im zugehörigen Texte zurück, indem er hervorhebt, dass überall die Kugeln in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit dem darunter liegenden noch ungefurchten Bildungsdotter zusammen hingen.

Die Furchung beginnt, wie dies schon Kölliker hervorgehoben hat, excentrisch; und zwar, wie Duval durch Longitudinalschnitte feststellte im hintern Teil des Bildungsdotters. Zuerst furcht sich die Oberfläche der Keimscheibe; darauf schreitet die Furchung allmählich in der Weise in die Tiefe fort, dass sich zuerst grössere Furchungskugeln durch ein paar Furchen abgrenzen, die sich dann wieder durch weitere Teilung in kleinere Segmente zerlegen, bis schliesslich der ganze Bildungsdotter nur noch aus kleinen Furchungskugeln zusammen-

gesetzt ist. Eine Grenze zwischen Bildungsdotter und dem darunterliegenden weissen Dotter ist nicht zu erkennen, sondern der Übergang von dem einen zum anderen findet ganz allmählich statt, ebenso wie zwischen weissem und gelbem Dotter.

In dem noch ungefurchten Dotter, später auch im weissen Dotter beobachtete Duval überall Kerne und Vakuolen, welche bald einzeln, bald gruppenweise zu mehreren zusammenlagen und besonders an der Peripherie der Keimscheibe zahlreich auftraten.

Während die von Duval beobachtete Furchungshöhle allmählich wieder, wie die Furchungshöhle bei den Amphibien, verschwindet, entsteht unter der jetzt schon völlig durchgefurchten Masse des Bildungsdotters eine neue Höhle, die „Cavité sous-germinale,“ wie sie Duval bezeichnet. Diese Höhle wird also oben von der Keimscheibe und unten von dem weissen Dotter begrenzt, in welchem freie Kerne zu sehen sind. Doch wenn auch die zwischen der obersten Zelllage und den darunter gelegenen übrigen Schichten befindliche Höhle wieder verschwunden ist, so ist doch auch jetzt noch ein deutlicher Unterschied zwischen der Decke und dem Boden der früheren Höhle zu bemerken. Denn in diesem Stadium hat sich schon eine Verschiedenheit zwischen den Zellen der oberflächlichen Schicht und denen der tieferen Schichten ausgebildet. Erstere sind kubisch bis cylinderisch geworden und liegen mit ihren Langseiten aneinander, bilden also schon ein ausgesprochenes Epithel, während die Zellen der tieferen Lagen rundlich und unregelmässig geformt sind und locker neben einander liegen.

Die neu auftretende subgerminale Spalte bildet sich zuerst am hinteren Rande der abgefurchten Keimscheibe und dringt von da aus nach Duval (6, Fig. 8 u. 9) in die Tiefe, immer den abgefurchten Keim von dem weissen Dotter trennend. Von seiner Ausgangsstelle am hinteren Rande der Keimscheibe setzt sich derselbe Prozess rings um die Keimscheibe herum bis zum Vorderende fort, so dass schliesslich die ganze durch-

gefurchte Keimscheibe durch eine Spalte von der Oberfläche des weissen Dotters getrennt erscheint. An dem zuerst abgelösten hinteren Ende der Keimscheibe hat nun nach Duval inzwischen eine Veränderung und Verlagerung der Zellen derart stattgefunden, dass sich die oben geschilderte oberste Zellschicht, das Ektoderm, nach unten umzubiegen und in die die Decke der Höhle bildenden Zellen des primitiven Entoderms kontinuierlich überzugehen scheint. Eine ähnliche Umformung der Zellen findet nach Duval rings um den Rand der Keimscheibe herum statt bis zum vorderen Ende.

Duval glaubt sich berechtigt annehmen zu dürfen, dass diese subgerminale Höhle, deren Bildung am hinteren Rande der Keimscheibe beginnt und von da allmählich um die ganze Keimscheibe herum fortschreitet der Gastrulahöhle des Amphibieneies entspricht. Die Umbiegung des Ektoderms am hinteren Rande in die Deckzellen der Höhle entspräche somit der vorderen Blastoporuslippe des Amphibieneies; die sich anschliessenden, gleichartigen Umschläge um den Rand der Keimscheibe herum den übrigen Teilen des Urmundrandes. Der Boden der Urdarmhöhle, gleich subgerminalen Höhle, würde hier von der oberflächlichen, gekerntten Dottermasse gebildet. — Die Einstülpungsstelle hat Duval auch an Oberflächenbildern beobachtet, wo sie die Form einer Sichel oder eines Halbmondes besitzt, und er bezeichnet sie daher — entsprechend dem „Rusconi'schen After“ bei den Amphibieneiern — als „croissant rusconien.“

In dieser Einstülpungsöffnung bemerkte Duval öfters grosse isolierte Zellen, die zum Teil einen Kern besaßen und stark granuliert erschienen (s. Duval 6, Fig. 10 u. 11.) Diese Zellen, nimmt er an, stammten aus dem unter der Höhle gelegenen weissen Dotter, wären also frei gewordene Dotterkerne — die Duval, wie oben bemerkt, überall zahlreich beobachtet hat —, die sich mit einer entsprechenden Plasmamenge als Zell-

leib umgeben hätten. Diesen Vorgang bezeichnet Duval als „Segmentation secondaire“ und setzt diese isolierten Zellen, die er als „globules de Ecker“ bezeichnet, in Parallele zu dem Dotterpfropf des Amphibieneies.

Die weitere Entwicklung der Keimscheibe (Auftreten der Randverdickung) bis zum Stadium des frisch gelegten Eies, spielt sich nach Duval ziemlich in derselben Weise ab, wie wir es schon oben nach Kölliker kennen gelernt haben. Duval hebt nur hervor, dass die frisch gelegten Eier durchaus nicht alle auf der gleichen Entwicklungshöhe ständen, sondern dass man die frisch gelegte Keimscheibe in sehr verschiedenen Stadien finden könne. Hieraus erklärt auch Duval die oft so erheblich von einander abweichenden Bilder, welche die verschiedenen Autoren von frisch gelegten Keimscheiben geben. Duval selbst zeichnet zwei Formen, welche er am häufigsten unter den frisch gelegten Eiern gefunden hat. In beiden ist schon deutlich das Ektoderm gegen die übrige Zellmasse der Keimscheibe, das „Entoderme primitif“, wie es Duval nennt, abgesetzt, letzteres ist in der Mitte am dünnsten und verbreitert sich am vorderen und hinteren Ende zu dem mehr oder weniger dicken Randwulste. Bei der jüngeren Form ist der Umschlag des Ektoderms nach unten, wenigstens am hinteren Rande der Keimscheibe deutlich zu sehen. Am vorderen Rande hat sich diese Verbindung schon gelöst. Von hier aus schreitet die Ablösung des Ektoderms vom Entoderm an dem früheren Umschlagsrande während der ersten Stunden der Bebrütung allmählich nach hinten fort, indem das Ektoderm sich rascher als das primitive Entoderm über den Dotter hin auszubreiten beginnt. Am längsten hält sich der Umschlag am hinteren Rande der Keimscheibe und an dieser Stelle schliesst sich nach Duval an den Umschlagsrand sogleich die Bildung des Primitivstreifens an. Derselbe soll dadurch entstehen, dass sich die beiden Hälften des Umschlagsrandes bei der weiteren Ausbildung

der Keimscheibe zusammenlegen und zu einem medianen Längsstreifen, eben dem Primitivstreifen, verwachsen.

Nach der Terminologie Hertwigs (9) wäre also, wenn wir der Duval'schen Anschauung folgen, zuerst der ganze Rand der Keimscheibe, Umschlags- oder Urmundrand. Bis auf den hintersten Bezirk wandle sich derselbe aber in den letzten Stunden des Uterinlebens und in den ersten Stunden der Bebrütung in einen Umwachsungsrand um. Der hinterste Bezirk selbst erhalte sich noch länger als Urmundrand, werde aber zu einem medianen Längsstreifen, dem Primitivstreifen, zusammen gelegt. Der Primitivstreifen sei also im Anfang an der Keimscheibe randständig, erst später würde auch der hinterste Bezirk des Keimscheibenrandes zum blossen Umwachsungsrande umgewandelt, und dadurch würde der Primitivstreifen, der letzte Rest des Urmundes, flächenständig.

Dies wäre im wesentlichen die Anschauung, welche sich Duval über den Vorgang der Furchung beim Vogelei gebildet hat. Dieselbe hat vielfach Anklang gefunden und ist auch von Hertwig (9) in den neueren Auflagen seines Lehrbuches angenommen worden.

Herr Professor Born machte mich darauf aufmerksam, dass eine Nachuntersuchung der Duvalschen Angaben, die von weittragender theoretischer Bedeutung seien, sehr wünschenswert erschiene, zumal er selbst bei gelegentlicher Untersuchung von Keimscheiben ungelegter Hühnereier auf Bilder gestossen war, die sich mit den Duval'schen Angaben durchaus nicht vereinigen liessen.

Bei näherer Betrachtung ergaben sich auch eine ganze Reihe aprioristischer Bedenken gegen die Duval'sche Arbeit und ihre Resultate.

Erstens erschien das Material nicht einwurfsfrei. Es scheint methodisch nicht richtig, parthenogenetisch sich entwickelnde Eier

ohne weiteres als Paradigmata für den regulären Furchungsgang zu nehmen. Die Oellacher'sche Angabe (8), dass dieselben sich wie befruchtete furchen, ist doch nur für das ganz allgemeine Bild als richtig anzunehmen; es stehen ihr direkte Äusserungen Kollikers (4 pag. 83) entgegen. Auch die Vermengung der verschiedensten Vogelarten, aus denen die Duval'sche Entwicklungsreihe konstruiert ist, muss beanstandet werden.

Zweitens: Schwerer wiegt folgende Überlegung. Die Reptilien sind als eine ursprünglichere Form wie die Vögel zu betrachten. Über die nahe Verwandtschaft der „Sauropsiden“ unter einander herrscht gar kein Zweifel. Man sollte also erwarten, bei den Reptilien primitivere Verhältnisse bei der Gastrulation zu finden als bei den Vögeln. Das ist nun auch, wie die neueren Untersuchungen von Kupfer, Strahl, Will (10), Mehnert und Wenkebach gelehrt haben, in der That der Fall, aber in einer total anderen Weise, als man das nach der Duval'schen Darstellung voraussetzen sollte. Niemals erscheint bei den untersuchten Reptilien (Saurier und Schildkröten) irgend ein Teil des Keimscheibenrandes als Urmundrand, oder, was dasselbe sagen will, niemals bricht die subgerminale Höhle unter dem Randwulst der Keimscheibe nach aussen durch. Die subgerminale Höhle bildet sich bei den Reptilien genau in derselben Weise wie dies von den Vorgängern Duvals für die Vögel beschrieben worden ist. Bei den Reptilien entwickelt sich weiter eine offene Gastrulaeinstülpung und eine ausgedehnte Gastrulahöhle. Über die Homologien dieser Bildungen mit den gleichnamigen bei den Amphibien kann nicht der mindeste Zweifel entstehen. Die Urmundöffnung der Reptilien ist aber immer flächenständig auf der Keimscheibe, nie randständig. Ihre weiteren Schicksale lassen es als ganz sicher erscheinen, dass sie der Primitivrinne der Vögel homolog ist. Übrigens steht auch die Angabe Duvals, dass der Primitivstreifen bei

den Vögeln am Anfange randständig sei, auf recht schwachen Füßen. Weiter ist die subgerminale Höhle der Reptilien mit der Gastrulahöhle durchaus nicht identisch, wie es nach Duval bei den Vögeln der Fall wäre, sondern tritt lange vor derselben auf; erst sekundär bricht die Gastrulahöhle in die subgerminale Höhle durch. Der offenen Gastrulahöhle der Reptilien entspricht nach allen Anzeichen der Kopffortsatz des Primitivstreifens bei Vögeln und Säugern (Chordahöhle, Bildung der Chorda, Beziehungen zum gastralen Mesoderm, neurenterischer Kanal). Man sieht, dass hier eine ganze Reihe unauflöslicher Gegensätze vorliegen. Man käme zu dem wenig Vertrauen erweckenden Ergebnis, dass der Gastrulationsvorgang innerhalb der Sauropsiden, bei den Vögeln und Reptilien ein total verschiedener sei.

Drittens: So wertvoll der methodische Fortschritt ist, den Duval dadurch eingeführt hat, dass er eine ingeniose Methode erfand, um richtig orientierte Schnitte durch die Furchungsstadien der Vogelkeimscheibe zu legen, so erscheinen doch die Bilder, die er von seinen Präparaten giebt, durchaus nicht einwandfrei. An allen Bildern, auch bei denen von Schnitten durch gelegte und bebrütete Hühnerkeimscheiben, erscheint die Zellmasse des Keimes durch eine ziemlich breite, durchgehende Spalte vom Dotter abgehoben. Ausgenommen sind hiervon nur die allerersten Furchungsstadien. Auf diese Erscheinung ist aber die ganze Anschauung Duvals aufgebaut. Es ist ja der wesentlichste Punkt derselben, dass die subgerminale Höhle an den Rändern der Keimscheibe unter dem Randwulst hindurch nach aussen kommuniziert. Nun liegen aber, wenigstens für das gelegte Hühnerei, eine ganze Reihe von guten Abbildungen vor, die alle den Randwulst in engster Verbindung mit dem Dotter zeigen. Von einem Durchbruch der subgerminalen Höhle nach aussen ist durchaus keine Rede. Eine unbefangene Betrachtung der Duval'schen Tafeln hinterlässt unbedingt den Eindruck, als wäre durch Reagenzieneinwirkung die gefurchte Keimscheibe

geschrumpft und im ganzen vom Dotter abgehoben. Oder vielleicht auch umgekehrt, der Dotter ist stärker geschrumpft und hat sich ganz oder — in Fig. 8 (6) — teilweise von dem Furchungskomplex abgesetzt. In den jüngsten Stadien war eine solche Trennung wegen des innigen Zusammenhanges der Furchungszellen mit dem noch ungefurchten Teile des Dotters nicht möglich. Übrigens erscheint die Duval'sche Methode für das Auftreten derartiger Vorgänge durchaus nicht ungeeignet. Wir werden später noch darauf zurückkommen. Leider ist in der Figurenklärung die spezielle Behandlungsweise jedes Präparates nicht angegeben.

Es ist auch einleuchtend, dass bei einer Schrumpfung und Abhebung des gefurchten Keimes en masse vom Dotter an den Rändern der Keimscheibe durch engeren — artefiziellen — Zusammenschluss der Zellen an einander sehr leicht der Anschein eines Umschlagrandes entstehen kann.

Im Duval'schen Atlas (7) sind offenbar einige Figuren der älteren Originalarbeit (6) reproduziert; so sind Fig. 33 des Atlas und Fig. 14 der ersten Arbeit sicherlich identisch. Vergleicht man nun diese beiden Zeichnungen mit einander, so bemerkt man, dass sie in der Lagerung, Grösse und Zahl der Zellen, besonders am vorderen und hinteren Ende übereinstimmen, ebenso auch in den die Decke der Höhle bildenden einzelnen Zellen, so dass sicher beides Zeichnungen ein- und desselben Schnittes sind. Jedoch ist die Übereinstimmung durchaus keine absolute. So sind z. B. die Zellen am vorderen sowie am hinteren Ende im Atlas weit dichter gefügt als in der Arbeit. Noch grössere Verschiedenheiten bemerkt man in dem den Boden der Höhle bildenden Dotter. Zunächst ist derselbe in seiner Gesamtformation im Atlas verändert; er ist welliger wiedergegeben. Ferner entsprechen die eingezeichneten Vakuolen in den beiden Zeichnungen einander weder in der Zahl noch in Lage und Grösse — einige fehlen übrigens im Atlas auch gänzlich. —

Schliesslich sind im Atlas am vorderen bzw. hinteren Ende acht resp. sechs deutliche Dotterkerne eingezeichnet, während in Fig. 14 der Arbeit nur fünf bzw. zwei Dotterkerne zu finden sind.

Ist bei Fig. 33 des Atlas und Fig. 14 der Originalarbeit trotz der aufgeführten kleinen Abweichungen gar kein Zweifel möglich, dass es sich um denselben Schnitt handelt, so hat uns eine Vergleichung der Fig. 31 des Atlas mit Fig. 10 der Arbeit recht lange beschäftigt. Die beiden Figuren sind sich so ähnlich, dass jeder Sachkundige, der sie unbefangen betrachtet, auf die Vermutung kommen muss, es seien die Bilder zweier dicht neben einander liegender Schnitte derselben Serie, oder es handle sich sogar um ein und denselben Schnitt, der in beiden Fällen etwas verschiedenartig wiedergegeben ist. Wir führen hier nur folgende Punkte an: Die Länge der gefurchten Keimscheibe stimmt in beiden Bildern fast vollkommen überein, ebenso die Zahl und Lagerung der Zellen am hinteren und vorderen Ende der Keimscheibe. Ebenso ähneln sich die an der oberen Decke der Höhle gelagerten grossen einzelnen Zellen, besonders auch die beiden grossen isolierten Zellen — in beiden Zeichnungen mit g bezeichnet — am hinteren Umschlag. Ferner finden sich in beiden Zeichnungen zwei Paar Vakuolen, die hinter der Mitte bzw. am vorderen Ende der Keimscheibe im Dotter liegen, sowie der Buckel im Dotter mit einem darunter liegenden Dotterkern in der Mitte der vorderen Hälfte (in Fig. 10 mit „n“ bezeichnet). Es bestehen allerdings einige kleinere Unterschiede in der Lagerung der Zellen zu einander, in der Dicke der Keimscheibe, in der Zahl und Lage der Dotterkerne, jedoch ist die Ähnlichkeit dieser beiden Figuren so gross, dass es wunderbar wäre, wenn zwei solch gleichartige Bilder in zwei Serien von Keimscheiben derselben Art, z. B. in zwei Serien von Longitudinalschnitten zweier frisch gelegter, unbebrüteter Hühnerkeimscheiben vor kommen sollten. Nun entstammt nach der Figurenerklärung

die Fig. 31 im Atlas, in welchem nur Hühnerkeimscheiben abgebildet sein sollen der Keimscheibe eines ungelegten Hühner-
eies, während Fig. 10 der Arbeit als ein Schnitt durch die Keimscheibe eines unbefruchteten Nachtigalleies bezeichnet wird. Und hiermit stimmen auch die angegebenen Vergrößerungen, bei denen die Schnitte gezeichnet sind, überein. Dieselbe ist bei Fig. 31 des Atlas eine 22fache, bei Fig. 10 der Arbeit eine 45fache. Ein prinzipieller Unterschied besteht allerdings zwischen den beiden Zeichnungen, indem in Fig. 31 des Atlas die „Cavité de segmentation“ Duvals eingezeichnet ist, welche in Fig. 10 der Arbeit fehlt.

Auf Grund derartiger Betrachtungen wurde ich durch Herrn Professor Born angeregt, die von Duval gefundenen Thatsachen einer Nachprüfung zu unterziehen. Aus verschiedenen Gründen hat sich diese Arbeit über mehrere Jahre hingezogen. Nicht die geringste Ursache für diese Verzögerung war die Schwierigkeit der Beschaffung und Verarbeitung des Materials.

Die vorliegende Untersuchung erstreckt sich nur auf die Vorgänge in der Hühnerkeimscheibe vom Beginn der Furchung bis zur Entwicklung der beiden primären Keimblätter, beschränkt sich also auf die Zeit vor dem Legen des Eies. Die spätere Entwicklung der Keimscheibe, die Bildung der Primitivrinne und des Kopffortsatzes sind nicht mehr mit in den Rahmen der Betrachtung gezogen worden.

Da von vornherein parthenogenetisch entwickelte Eier, als möglicherweise anormal, von der Untersuchung ausgeschlossen wurden, so musste ich darauf bedacht sein, mir befruchtete, ungelegte Eier in genügender Zahl zu beschaffen. Dies gelang mir auf folgende Weise: Ich setzte mich mit einer Anzahl Geflügelhändlerinnen in Verbindung, welche grosse Mengen Hühner selbst ausschachten und geschlachtet auf den Markt bringen. Da aus gewissen praktischen Gründen das Hauptschlachten

immer an bestimmten Tagen der Woche stattfand, so konnte ich mich an diesen Tagen selbst hinbegeben und persönlich das Ausschneiden der ungelegten Eier aus dem Ovidukt, bezw. Uterus überwachen. Die frisch herausgenommenen Eier wurden sofort in Kästchen mit Watte verpackt in das Laboratorium getragen, in welchem sie sogleich, häufig noch körperwarm, in Behandlung genommen wurden.

Dass die auf diesem Wege erhaltenen, ungelegten Eier auch wirklich befruchtete Eier waren, war als sicher anzunehmen, da in den hiesigen Hühnerhöfen, aus denen die geschlachteten Hennen stammten, überall die Hühner zur Eierproduktion gehalten werden und stets Hähne dabei sind. Allerdings ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich doch vielleicht das eine oder andere Ei darunter befunden hat, welches unbefruchtet war; ich komme auf diesen Punkt später noch zurück.

Auf diese Weise gelang es mir, allmählich weit über hundert Keimscheiben zu erhalten, welche alle Stadien vom Auftreten der ersten Furchen bis zur beginnenden Entwicklung der beiden primären Keimblätter aufwiesen. Auf irgend welche Schwierigkeiten, wie sie Duval bei seinen Untersuchungen von ungelegten Hühnereiern gefunden hat (s. 6. pag. 25), dass nämlich die Dotterkugel nur mit der Eiweisschale, aber noch nicht mit der Eischale umgeben war, man also noch nicht den stumpfen und den spitzen Pol des Eies und somit auch nicht Vorn und Hinten an der Keimscheibe unterscheiden konnte, bin ich nie gestossen. Ich war, um die zur Untersuchung notwendigen Furchungsstadien zu erhalten, nicht in die unangenehme Lage versetzt, derartige noch schalenlose Eier zur Untersuchung heranzuziehen. Die von mir untersuchten Eier besaßen sämtlich schon eine Schale, welche allerdings häufig noch häutig war oder sich erst im Beginn der Verkalkung befand, aber in jedem Falle eine deutliche Unterscheidung zwischen dem stumpfen und spitzen Pol des Eies zuließ. Übrigens

giebt auch Kölliker (4) an, dass die Furchung erst im unteren Drittel des Eileiters beginne, wo sich das Ei schon mit der Schalenhaut umgeben hat. — Die Entwicklung der Keimscheibe und die Ausbildung der Eischale halten nicht gleichen Schritt. Ich machte bald die Wahrnehmung, dass es nicht möglich sei, aus der Beschaffenheit der Schale des Eies einen einigermaßen sicheren Schluss auf die mehr oder weniger weit vorgeschrittene Furchung des Eies zu ziehen. Denn wenn auch im allgemeinen ein Ei mit schon ganz verkalkter Schale in der Entwicklung seiner Keimscheibe weiter vorgeschritten war, als ein Ei mit erst häutiger Schale, so fanden sich doch unter den Eiern mit gleich weit entwickelter Schale die Keimscheiben in ganz verschieden weiter Entwicklung. Zeigen doch, wie auch Duval hervorhebt, ganz frisch gelegte Eier die Keimscheibe in sehr verschiedenen Stadien der Entwicklung.

Im Laboratorium wurden die Eier unter 0,6%iger Kochsalzlösung eröffnet, von der Schale und dem Eiweiss befreit und auf dem Dotter die Seite des stumpfen und des spitzen Poles markiert. Da sich die von Duval angegebene, oben geschilderte Markierungsmethode — mit einem aufgesetzten, aus Kartestreifen zusammengebogenen, gleichschenkeligen Dreieck, das mit Osmiumsäure gefüllt wurde und so die Dotteroberfläche in Dreiecksform schwärzte, — aus verschiedenen Gründen, auf die ich weiter unten zurückkommen werde, nicht empfahl, so nahm ich die Bezeichnung auf andere Weise vor. In der durch die Ansatzstellen der beiden Chalazen (entsprechend den beiden Eipolen) und die Mitte der Keimscheibe bestimmten Linie wurden beiderseits etwa 1 cm von der Keimscheibe entfernt, Igelstacheln in die Dotterkugeln eingestochen, von denen der auf der Seite des stumpfen Pols gelegene durch einen roten Seidenfaden bezeichnet war. Die so behandelten Dotter wurden sofort in die Härtingsflüssigkeit eingelegt. Als solche wurden in der ersten Zeit verschiedenartige Flüssigkeiten versucht, ohne dass

es gelang, mit irgend einer völlig zufriedenstellende Resultate zu erzielen.

Duval hat nach seinen oben angeführten Methoden seine Präparate immer einer doppelten Härtung unterzogen; erstens einer partiellen, oberflächlichen, welche nur die Keimscheibe nebst ihrer näheren Umgebung betraf, behufs Markierung der Richtung, mit Osmiumsäure oder absolutem Alkohol und zweitens darauf folgend einer längeren meist mehrere Tage dauernden Härtung in toto in Chromsäure, resp. in absolutem Alkohol. Diesen Umstand möchte ich hier noch einmal hervorheben, weil dadurch vielleicht das Auftreten der Duval'schen „Cavité de segmentation“, möglicherweise auch die, wie ich oben angeführt habe, durchgängige Abhebung der Keimscheibe von dem darunter liegenden Dotter zu erklären ist.

Die von mir angewandten Härtungsflüssigkeiten ergaben zunächst nur wenig erfreuliche Bilder. Auch ich konnte die von Duval erwähnte Beobachtung bestätigen, dass Alkohol, — den ich übrigens nicht, wie Duval, sofort als Alkohol absolutus, sondern in allmählich steigender Konzentration von 70%igem beginnend, auf die Keimscheibe wirken liess, — und ebenso wässrige Sublimatlösung das Gewebe kolossal schrumpfen liessen und somit das Bild der Keimscheibe auf den Schnitten erheblich veränderten. Weit besser wurde die Form erhalten bei der Einwirkung der übrigen Härtungsflüssigkeiten, welche der Reihe nach probeweise angewandt wurden. Es waren dies: Konzentrierte wässrige Pikrinsäurelösung, eine Mischung von 90%igem Alkohol und konzentrierter wässriger Pikrinsäurelösung (3:1), Perenyi'sche Flüssigkeit, Chrompikrinsäure (nach Fol), Chromessigsäure und $\frac{1}{3}$ %ige Chromsäurelösung. Jedoch stellte sich bei allen diesen Härtungsmitteln wiederum der Übelstand heraus, dass es bei so gehärteten Präparaten fast nie gelang eine gute Kernfärbung zu erzielen. — Schliesslich ging ich auch zu der von Duval empfohlenen Methode der Einwirkung höherer Temperaturen über. Jedoch kom-

binierete ich sie nicht — ausser in einem einzigen Falle, in welchem heisse $\frac{1}{3}$ °ige Chromsäure angewandt wurde, — mit der Wirkung von Chromsäure, erhielt aber brauchbare Resultate.

Ich verfuhr dabei in folgender Weise: Die zu härtenden Dotter, auf welchen unter physiologischer Kochsalzlösung nach der oben beschriebenen Weise mittelst eingestochener Igelstacheln die Seite des stumpfen und des spitzen Pols bezeichnet war, wurden mit Hilfe eines tiefen Löffels auf Watte in ein grosses Gefäss mit kochendem Wasser gelegt, nachdem die Flamme, welche das Wasser zum Kochen erwärmt hatte, ausgelöscht war. Auf die Weise wurde vermieden, dass die Eier infolge des Wellens des kochenden Wassers hin- und hergeworfen, gedrückt oder gequetscht wurden. In diesem Wasser, welches also eine Temperatur von ungefähr 90° C. besass und nur ganz allmählich abkühlte, verblieben die Eier 10 Min. lang. Hierauf wurden die jetzt völlig erstarrten Dotter, ebenfalls noch auf Watte, in 70°igen Alkohol gelegt, in welchem sie 24—36 Stunden verblieben. Mit einem scharfen Messer wurde nun unter Alkohol die Keimscheibe nebst umgebenden Dotter nach Duvals Vorbild in Form eines gleichschenkligen Dreiecks derartig herausgeschnitten, dass die Basis des Dreiecks das vordere, die Spitze des Dreiecks das hintere Ende der Keimscheibe bezeichnete. Dies war leicht ausführbar, da die vorher eingestochenen Igelstacheln mit Sicherheit die Seite des stumpfen und des spitzen Eipoles auf dem Dotter angaben. Die herausgeschnittenen Dotterstücke mit der Keimscheibe wurden nun in einer steigenden Alkoholreihe weiter gehärtet. Alsdann wurden sie 24 Stunden im Dialysator anhydriert, 24 Stunden in dickes Cedernholz gelegt und wiederum 24 Stunden mit Paraffin in der Wärme imbibiert. Jedes einzelne Stück wurde hierauf in ein kleines Paraffinblöckchen eingeschmolzen und nach dem völligen Erstarren des Paraffins in einem Kästchen, mit dem zugehörigen Begleitetikette versehen, aufbewahrt. Auf diese Weise

kam ich zuletzt, nachdem mir schon ein Teil des Materials verloren gegangen war¹⁾, zu befriedigenden Präparaten. Einerseits erstarrte das Eiweiss durch die Einwirkung des heissen Wassers so schnell in seiner normalen Form und so fest, dass die nachher eingeleitete Behandlung mit Alkohol keine Schrumpfung oder Formänderung mehr bewirken konnte und andererseits nahmen die so gehärteten Präparate jede beliebige Kernfärbung an.

Diese Methode der Härtung hatte zwar den Nachteil, dass die Keimscheibe auf dem gehärteten Dotter nur sehr undeutlich zu sehen und es deshalb nicht möglich war, Oberflächenbilder von den gehärteten Keimscheiben anzufertigen. Da jedoch bei den jungen Furchungsstadien, mit denen ich zu thun hatte, an einem Oberflächenbilde nur sehr wenig und mit Ausnahme der schon von Götte (2) und Kölliker (3) hervorgehobenen excentrischen Lagerung des Furchungsherdess noch nichts von Belang zu sehen ist, so verzichtete ich auf die Oberflächenbilder. Ebenso schien es mir von grösster Wichtigkeit die Eier möglichst frisch in die Härtungsflüssigkeit zu bringen; ich sah daher auch davon ab, die noch ungehärteten Keimscheiben von der Oberfläche zu zeichnen, da hierdurch die Vornahme der Härtung unter Umständen erheblich aufgehalten worden wäre.

Gefärbt wurden die Präparate mit wenigen Ausnahmen erst nach dem Schneiden auf dem Objektträger. Es erwies sich dies als zweckmässiger, da man so die Intensität der Färbung bequemer kontrollieren und abpassen kann.

Zum Schneiden wurden die Präparate nach der am hiesigen Institut üblichen Weise, wie schon erwähnt, in Paraffin — nicht in Collodium, wie es Duval gethan hat, — eingebettet. Um nun die Mikrotomschnitte in der bestimmten, gewünschten Rich-

¹⁾ Die meisten Proben mit diesen Fixierungsmitteln wurden an gelegten Hühnereiern angestellt, so dass der Verlust an Keimscheiben ungelegter Hühnereier kein zu erheblicher war.

tung führen zu können, wurde das Präparat, da im wesentlichen Längsschnitte angelegt wurden, auf einem Born'schen Orthostaten so aufgesetzt, dass die Basis des Dreiecks nach links, die Spitze nach rechts sah, und in dieser Richtung auch in den Paraffinblock auf dem Tisch des Mikrotoms eingeschmolzen. Die derartig aufgesetzte Keimscheibe wurde nun mit dem Messer meist am linken Rande beginnend in eine Serie von Schnitten zerlegt. Jeder Schnitt war 0,02 mm ($= 20 \mu$) dick. Dünnere Schnitte anzufertigen erwies sich nicht als zweckmässig, da alsdann einerseits der leicht bröckelnde Dotter öfters zu Brüchen und Rissen in der Keimscheibe Veranlassung gab und andererseits bei so dünnen Schnitten zu wenig Kerne in jeden einzelnen Schnitt fielen. Sehr erleichtert wurde das Schneiden durch die Benützung des von Herrn Professor Born angegebenen Schnittstreckers. Die Schnitte wurden in fortlaufender Reihe auf dem Objektträger fixiert, und zwar so, dass sie auf den mit 50%igem Alkohol benetzten Objektträger in der Kälte aufgelegt wurden. Nach Verdunstung des Alkohols wurden die Objektträger mit den Schnitten 24 Stunden lang in den Brutschrank bei einer Temperatur von ca. 30° C. zum festeren Antrocknen gelegt. Hierauf wurden die Präparate behufs noch besserer Fixierung mit einer niedrigen Schicht sehr dünnflüssiger Strasser'schen Klebmasse überstrichen und einige Minuten auf den Paraffinofen gebracht, so dass das Paraffin gerade zu schmelzen begann, um die eventuell durch das Paraffin und die Klebmasse mit eingeschlossenen Luftblasen herauszubringen. Das Paraffin wurde mit Xylol entfernt und dann die Präparate durch eine Mischung von Alcohol absolutus mit Chloroform (9 : 1) und eine absteigende Alkoholreihe in die Farbflüssigkeit überführt.

Zur Erzielung einer guten Färbung, d. h. einer Färbung, welche die Kerne und Zellgrenzen möglichst deutlich, den Dotter aber nur schwach und womöglich noch schwächer als das Zellplasma färbte, wurden mit den verschiedensten Farben Versuche

angestellt. Ganz misslungen erwiesen sich einige Färbungsversuche mit Indulin, das in verschiedenartigen Lösungen angewandt wurde. Schlecht gelangen auch die Färbungen mit Ehrlich'schem Hämatoxylin. Am geeignetsten zeigte sich schliesslich alkoholisches Boraxkarmin (von Grübler), in welchem die Präparate 24 Stunden belassen wurden. Alsdann kamen sie ebenfalls 24 Stunden lang in $\frac{1}{4}\%$ igen sauren (70er) Alkohol, dem etwas Orange G. — auf 60 ccm Alkohol 12 Tropfen einer konzentrierten wässerigen Lösung — zugesetzt war, zum Entfärben. Durch das zugesetzte Orange nahm, wenn die Färbung gut gelang, der Dotter eine gelbliche Farbe an, welche ihn deutlich von dem rosafarbenen Zellplasma unterschied, während die Kerne lebhaft rot erschienen. Gut waren auch die Resultate, welche Färbungen mit Bizzozero'schem und Weigert'schem Pikrokarmin ergaben. Hübsche Kernfärbungen erhielt ich auch bei einigen wenigen Versuchen, welche ich mit Böhmer'schem Hämatoxylin und nachheriger Entfärbung mit Eisenoxydammoniumsulfat, sowie mit Meyer'schem Hämalaun anstellte. Jedoch war bei beiden Färbungsmethoden der Dotter zu stark mitgefärbt. Die wenigen im ganzen gefärbten Präparate verblieben 36—48 Stunden in der Karminlösung und dann noch ebenso lange in saurem Alkohol, mussten aber meist nochmals auf dem Objektträger in saurem Alkohol mehr oder weniger lange entfärbt werden.

Von den zur Untersuchung gelangten Eiern erwies sich zunächst ein verhältnismässig grosser Bruchteil als anormal entwickelt. Die Keimscheibe war bei denselben zuweilen ganz, zuweilen nur teilweise mit zahlreichen Vakuolen durchsetzt. An solchen vakuolisierten Stellen war das Keimplasma entweder noch völlig ungefurcht, oder es waren durch ein paar unregelmässige Furchen einige grosse verschieden geformte Plasmashollen abgegrenzt, welche fast nie einen Kern in sich schlossen. Alle derartigen Keimscheiben wurden natürlich von

der Betrachtung ausgeschlossen, obwohl zuweilen nur ein Teil der Keimscheibe vakuolisiert war, während das übrige Stück sich scheinbar normal gefurcht hatte. Ich halte es für nicht unmöglich, dass ein Teil dieser anormal entwickelten Eier unbefruchtet gewesen ist (s. oben), zumal Kölliker (4) genau dieselben Erscheinungen an den von ihm untersuchten, unbefruchteten Hühnerkeimscheiben beobachtet hat, und auch Oellacher (8) ganz ähnliche Abbildungen seiner Arbeit über die Entwicklung unbefruchteter Hühnerkeime beibringt.

Da es nicht angängig ist, hier alle von mir untersuchten Keimscheiben näher zu beschreiben, so will ich nur einige herausgreifen, welche die besonders typischen Stadien der Furchung repräsentieren und gewissermassen als Paradigmata dienen können; den Beschreibungen sind stets Medianschnitte zu Grunde gelegt. Ausser diesen hier beschriebenen habe ich noch alle möglichen Übergangsstadien beobachtet. Es waren im ganzen etwa dreissig Serien mehr oder weniger brauchbar.

Stadium I.

Die Bilder, welche ich von den allerersten Furchungsstadien erhielt, entsprechen im ganzen und grossen der Kölliker'schen Darstellung.

Die ersten Furchen schneiden senkrecht von der Oberfläche aus ein und erweitern sich an ihrem Ende in der Tiefe häufig zu einem rundlichen oder dreieckigen Hohlraume. Die so seitlich abgegrenzten Stücke hängen anfänglich nach unten zu breit mit dem ungefurchten Bildungsdotter zusammen. In etwas älteren Eiern treten dann horizontale Spalten auf, welche die Enden der senkrechten Furchen verbinden und so die ersten Furchungsstücke auch nach unten abgrenzen. Mit dem Auftreten neuer Furchen erweitert sich die untere Abgrenzungslinie zu einer etwas ansehnlicheren, horizontalen Spalte, so dass in der That Bilder

herauskommen, wie sie Duval in Fig. 2 und 4 seiner Arbeit (6) abgebildet hat; nur dass ich diese Spalte niemals so regelmässig begrenzt fand, wie sie in den Bildern Duvals dargestellt ist. Auf manchen Schnitten war sie unterbrochen, indem die Furchungsabschnitte in der Mitte noch nach unten mit der ungeteilten Masse des Bildungsdotters zusammenhingen, in anderen war sie nur in einem Teil des Schnittes sichtbar. Kerne waren sowohl in den Furchungsabschnitten wie in dem ungefurchten Bildungsdotter recht zahlreich nachweisbar.

Da kein einzelnes meiner Bilder recht typisch erschien und ich nicht kombinieren wollte, habe ich für dieses Stadium keine besondere Abbildung gegeben.

In welcher Weise die Furchung und Höhlenbildung weiterhin sich gestaltet, ergibt sich aus der Untersuchung weniger alterer Keimscheiben, für die ich folgende Keimscheiben der Schilderung zu Grunde legen will.

Stadium II.

A. Fig. 1 u. 2 — (Vergr. 40fach).

Die erste Keimscheibe (Fig. 1 u. 2) stammt von einem ungelegten Hühnerei mit schwach verkalkter Schale. — Härtung: Heisses Wasser mit Nachhärtung in Alkohol. — Färbung: Boraxkarmin und Orange G. — Schnittdicke: 0,02 mm. Der Längsdurchmesser der Keimscheibe beträgt 2,7 mm; ihre grösste Dicke 0,2 mm. Im Oberflächenbilde würde diese Keimscheibe ungefähr der Figur 21 in Köllikers Embryologie (4) oder der Kopie nach Coste entsprechen haben, die Kölliker ebendasselbst p. 68 Fig. 15 mit 4 bezeichnet.

Betrachtet man den Bildungsdotter als Ganzes, so hat er die Form einer bikonvexen Linse, deren dem Centrum des Eies zugewendete Fläche stärker gekrümmt ist, als die oberflächliche. Die Krümmung an der unteren Fläche ist aber nicht gleich-

mässig. Wie man an den Medianschnitten deutlich sieht, erscheint das Hinterende etwas dicker und stumpfer, das Vorderende etwas flacher und schärfer, auch ist das erstere immerhin nach unten etwas deutlicher abgegrenzt, als das letztere. An den Rändern der Keimscheibe hängen die in einfacher Lage vorhandenen grossen Furchungsabschnitte, wie man sowohl vorn und hinten an den abgebildeten mittleren Schnitten, als auch an den (nicht abgebildeten) seitlichen Schnitten sehen kann, breit mit dem untenliegenden weissen Dotter zusammen, nur hier und da beginnt ein Stück sich nach unten durch eine feine Spalte abzugrenzen. Selbst aber wo dies der Fall ist, geht das hinterste und vorderste Ende kontinuierlich in den Dotter über. Gegen die Mitte der Scheibe (bikonvexen Linse) folgen mehrere Lagen kleiner und mit Ausnahme von einzelnen an der Unterfläche gelegenen Zellen, allseitig abgegrenzter Furchungsabschnitte. Die kleinsten Zellen haben circa 0,1 mm Durchmesser. Der Kern ist in diesen, wie übrigens auch in den peripheren grossen Furchungsabschnitten, leicht nachweisbar.

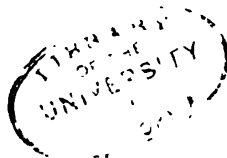
Einzelne Zellen der untersten Lage hängen, wie oben angedeutet, noch mit der Unterlage so zusammen, als wollten sie sich eben von derselben ablösen. Im übrigen erstreckt sich zwischen der untersten Lage von Furchungskugeln und der Unterlage, die wohl als eine Mischung von Protoplasma und weissem Dotter aufzufassen ist, ein flacher Spalt. An manchen Stellen ist derselbe unterbrochen, indem eben die Furchungsabschnitte noch mit der Unterlage zusammenhängen, an anderen erscheint er minimal, indem die untersten Zellen sich dicht an die Unterlage anlegen und dieselbe eindrücken, wieder an anderen Stellen aber erweitert sich der Spalt zu einer ziemlich geräumigen Höhle (wie in Fig. 1), die sich nach oben bis unter die oberste Zelllage erstreckt und mannigfache Ausläufer zwischen die locker gelagerten unteren Zellen aussendet. Diese erweiterten Stellen des Spaltes wechseln ihre Lage in den ver-

schiedenen Schnitten ganz unregelmässig, bald trifft man sie mehr vorn, bald mehr hinten; sie scheinen regelmässig von besonders kleinen Furchungsabschnitten begrenzt zu sein. Die Länge eines solchen Höhlendurchschnitts betrug circa 1,3 mm, ihre grösste Höhe etwa 0,12 mm. Gerade in dem Schnitte, den ich der Zahl nach und nach dem Verhalten des weissen Dotterzapfens als den mittelsten ansprechen muss (Fig. 2), fehlt eine Erweiterung der Höhle. Man sieht nur zwischen Unterlage und den untersten Zellen eine feine Spalte, die sich unregelmässig zwischen die unteren locker gelagerten Zellen fortsetzt. Dicht daneben finden sich aber solche Erweiterungen (die Schnitte, die in Fig. 1 u. 2 abgebildet sind, sind nur sieben Schnittdicken von einander entfernt).

Es ist zweifellos, dass diese Spalte mit ihren Erweiterungen und Fortsetzungen als Furchungshöhle anzusprechen ist. Den durch die ersten horizontalen Furchen abgegrenzten obersten Zellen haben sich also durch ein Tiefergreifen der Furchung neue Reihen von Zellen angefügt. Bei der Abfurchung derselben traten zwischen ihnen Zwischenräume auf, die sich endlich zwischen ihnen und der Unterlage zu einer schmalen horizontalen Spalte von grösserer Ausdehnung vereinigen. Diese schmale primäre Furchungshöhle erweitert sich aber an verschiedenen Stellen zu grösseren Hohlräumen, die sich bis an die oberste Zelllage heran erstrecken.

B. (Fig. 3 u. 4, Vergr. 40fach.)

Für dieses Stadium will ich noch eine ältere Keimscheibe beschreiben und abbilden. Dass dieselbe älter ist, ergibt sich ohne weiteres daraus, dass die Furchungszellen bedeutend kleiner geworden sind. Im Centrum liegen schon drei Schichten übereinander. Am Rande ist meist nur eine Schicht grösserer Zellen vorhanden, selten schieben sich noch unvollkommen abgeschnürte Stücke unter diese. Die Furchungshöhle erscheint nun unter dem centralen Teile der Keimscheibe als ein recht



ansehnlicher Hohlraum. Derselbe hat sich offenbar, wie die nach unten ziemlich tief konvexe Kontur lehrt, gegen die Unterlage hin ausgebaucht. Immer noch aber hängt die 3—4 Zelllagen dicke Furchungshöhlendecke hie und da mit der Unterlage durch pfeilerartige Zellen zusammen. Gerade in dem mittelsten abgebildeten Schnitte ist das der Fall; man sieht, wie sich der Furchungshöhlenboden nach der Stelle hin, wo der Pfeiler fest sitzt, erhebt. Namentlich an den Rändern der Furchungshöhle sind noch zahlreiche Stücke in der Abschnürung vom Furchungshöhlenboden begriffen; leider war das Karmin aus den Kernen etwas zu sehr ausgezogen, so dass ich über den Kerngehalt solcher Stücke keine sicheren Angaben zu machen vermag. Die Zellen der Furchungshöhlendecke schliessen etwas dichter aneinander, aber auch jetzt fehlt es nicht an spaltförmigen Verlängerungen der Furchungshöhle zwischen den Zellen der unteren Lagen. Die grösseren Furchungsstücke des Randes beginnen sich nun an sehr vielen Stellen von der Unterlage abzuschnüren; dabei bilden sich an den betreffenden Stellen flache Spalten aus, die mitunter mit der Furchungshöhle zusammenhängen (Fig. 4), häufig aber ist dies nicht der Fall (Fig. 3 hinten). Niemals ist der eigentliche Rand der Keimscheibe von der Dotterunterlage abgesetzt.

Die allgemeine Form der Keimscheibe ist noch ziemlich dieselbe, wie früher. Dieses Stadium lässt sich wohl als dasjenige bezeichnen, bei dem die Ausbildung der Furchungshöhle ihren Höhepunkt erreicht hat. Bei anderen Keimscheiben, die im übrigen der beschriebenen entsprachen, war sie niemals so gross. Dabei ist, wie die Abbildungen lehren, die Decke der Furchungshöhle etwas eingesunken.

Ich würde daher auf die Vermutung kommen, dass die Furchungshöhle sich durch Senkung des Bodens im vorliegenden Falle etwas künstlich vergrössert hat, wenn nicht gerade Bilder wie das von Fig. 4 vorlägen, die sehr dagegen sprechen.

Stadium III.

A. (Fig. 5, Vergr. 40fach).

Ein ungelegtes Hühnerei mit schwach verkalkter Schale, gehärtet in heissem Wasser und nachgehärtet in Alkohol. — Färbung: Pikrokarmine nach Weigert. — Schnittdicke 0,02 mm. Fig. 5 ist ein mittlerer Schnitt.

Der Durchmesser der Keimscheibe beträgt 2,9 mm, ihre grösste Dicke 0,25 mm. Die Keimscheibe ist völlig durchgefurcht; die einzelnen Zellen haben eine Dicke von 0,075 bis 0,12 mm. An den Rändern der Keimscheibe finden sich grössere Teilstücke, von denen sogar hie und da noch eines mit der Unterlage zusammenhängt. Die kleinsten Zellen sind in der Mitte gelegen und zwar hier in 3 bis 4 Schichten übereinander, während an der Peripherie die Keimscheibe nur einschichtig ist. — Das vordere Ende der Keimscheibe erscheint schlanker als das hintere. —

Unter der Mitte der durchgefurchten Keimscheibe ist nur eine minimale Spalte sichtbar, welche unten vom Dotter in einer leicht welligen Linie begrenzt wird und sich an mehreren Stellen nach oben zwischen den aneinander grenzenden Furchungszellen etwas erweitert.

Diese Spalte darf nicht verwechselt werden mit einer viel grösseren, sicher artifiziiellen Spalte, die, wie eine genaue Untersuchung zeigt, sich an manchen Schnitten in der obersten Schicht des weissen Dotters gebildet hat. Es ist die immer deutliche, etwas homogene Grenzschicht des weissen Dotters mit einer oder zwei Lagen weisser Dotterkörner, die abgehoben die Decke dieser künstlichen Spalte bildet.

Von der grossen Furchungshöhle des vorigen Stadiums ist also bei dem weiteren Fortschreiten der Furchung in unserem Stadium nur ein minimaler Rest übrig geblieben, der sich nur unter der Mitte der Keimscheibe findet; die Ränder ruhen direkt auf dem Dotter auf.

Die Masse der kleinen Zellen in der Mitte der Keimscheibe wird natürlich auf den seitlichen Schnitten je näher dem Rande

zu desto mehr auf einen kleinen Raum zusammengedrängt, während das noch wenig gefurchte Vorder- und Hinterende der Keimscheibe sich einander allmählich nähern und schliesslich in der Mitte zusammenstossen.

In den meisten Zellen kann man in den Schnitten Kerne auffinden. — Dotterkerne sind im Dotter unter den Randteilen der Keimscheibe, im „Dotterwall“ nach Rauber (5) vereinzelt zu bemerken. — Der weisse und gelbe Dotter verhalten sich ebenso wie in den vorigen Stadien. Der weisse Dotterzapfen erschien, wie meistens, etwas nach hinten abgebogen.

In diesem Stadium würde offenbar die Mitte der Keimscheibe im Oberflächenbilde in kleine polygonale Felder zerlegt erscheinen, die Keimscheibe entspricht also ungefähr der Nr. 5 (nach Coste) in Köllikers Embryologie pag. 68 Fig. 15.

Zu diesem Stadium III. bei dem die primäre Furchungshöhle auf ein Minimum reduziert erscheint, will ich noch eine zweite ältere Keimscheibe schildern.

B. (Fig. 6, Vergr. 40fach.)

Ein ungelegtes Hühnerei mit schwach verkalkter, noch leicht eindrückbarer Schale, gehärtet in heissem Wasser, nachgehärtet in Alkohol. — Färbung: Pikrokarmine nach Bizzozero. — Schnittdicke 0,02 mm. — Fig. 6 ist der Medianschnitt.

Der Durchmesser der Keimscheibe beträgt 2,9 mm, ihre grösste Dicke 0,3 mm.

Die Keimscheibe ist vollständig durchgefurcht. Die einzelnen Zellen haben einen Durchmesser von 0,05 bis 0,1 mm. Die kleinsten Zellen liegen in der Mitte, grössere am hinteren und besonders am vorderen Ende. An letzterem sind auch einige Zellen, welche bis 0,15 mm Durchmesser aufweisen. Etwas hinter der Mitte, wo auch die Keimscheibe die grösste Dicke erreicht, ist die Zahl der übereinander liegenden Zellreihen am

grössten. Es liegen hier bis sechs Zelllagen übereinander. Am regelmässigsten liegen die Zellen der obersten Schicht, in welcher streckenweise die ungefähr kubischen Zellen dicht nebeneinander in einer Reihe gelagert sind. — In den meisten der kleineren Zellen aus der Mitte sind die Kerne leicht nachweisbar.

Die Zellmasse der Keimscheibe ist gegen den darunter liegenden Dotter durch eine Linie scharf abgesetzt. An einzelnen Stellen, besonders etwas hinter der Mitte, nimmt diese Grenzlinie den Charakter einer schmalen Spalte an. Etwas deutlicher ausgeprägt ist diese Spalte auf einigen seitlichen Schnitten der Keimscheibe. Hinten und vorn ist nichts von einem derartigen Grenzspalt zu sehen.

Die Keimscheibe nimmt auf den seitlichen Schnitten allmählich an Länge und Dicke ab. Die Furchungskugeln werden nach dem Rande zu immer grösser. — Das Vorderende ist in der Furchung etwas gegen das hintere Ende zurück. Letzteres ist auch stumpfer und deutlicher gegen den weissen Dotter abgesetzt als das Vorderende, das spitzer erscheint und eine weniger scharfe Begrenzung gegen den darunter liegenden Dotter aufweist. — Dotterkerne sind nur sehr vereinzelt und nicht in jedem Schnitte im Dotterwall zu finden. — Der weisse und gelbe Dotter verhalten sich ebenso wie in den vorigen Stadien.

Jetzt ist also die ganze Keimscheibe auch in ihren Randpartien in kleinste Furchungskugeln zerlegt, entspräche mithin im Oberflächenbilde ungefähr der Nr. 6 (von Coste) in Fig. 15, pag. 68 der Kölliker'schen Entwicklungsgeschichte. Die in den früheren Stadien aufgetretene Höhle, die primäre Furchungshöhle, ist fast vollständig verschwunden.

Stadium IV.

A. (Fig. 7, Vergr. 40fach.)

Die Keimscheibe gehört einem ungelegten Truthuhnei (*Meleagris gallopavo*) mit völlig verkalkter, ganz harter Schale an.

— Härtung: Heisses Wasser mit Nachhärtung in Alkohol. — Färbung: Pikrokarmín nach Weigert. — Schnittdicke: 0,02 mm. — Fig. 7 ist der Medianschnitt.

Der Durchmesser der Keimscheibe beträgt 3,0 mm, ihre grösste Dicke 0,02 mm.

Die Keimscheibe ist überall gleichmässig durchgefurcht. Der Durchmesser der einzelnen Zellen beträgt etwa 0,02—0,04 mm. Vorn und hinten liegt die Keimscheibe dem Dotter unmittelbar auf; in der Mitte ist sie jedoch von ihm durch eine grosse, unregelmässige Höhle getrennt, deren Länge ungefähr 1,2 mm, deren grösste Höhe 0,1—0,12 mm beträgt. Die Höhle reicht bei weitem mehr nach hinten als nach vorn. Der Boden der Höhle ist leicht konkav und wird vom Dotter gebildet; nach oben dagegen zeigt die Höhle verschiedene Ausbuchtungen in die Zellmasse der Keimscheibe hinein. — Die Höhle nimmt in den Seitenschnitten ebenso wie die Keimscheibe an Länge und Höhe allmählich ab, jedoch geht die Abnahme der Höhle in der Länge schneller vor sich als in der Höhe.

Diese Höhle ist grösstenteils mit einem homogenen, auf dem gefärbten Schnitte blass hellgelb erscheinenden Gerinseln angefüllt und schliesst zahlreiche isolierte, runde Zellen ein. Dieselben sind grösser als die anderen Zellen der Keimscheibe, etwa 0,05—0,08 mm im Durchmesser, zeigen eine starke Körnelung im Innern und liegen zum Teil abgetrennt von der Zellmasse der Keimscheibe auf dem Boden der Höhle dem Dotter auf.

In der Decke dieser neuen Höhle, die wir mit Duval u. a. als subgerminale Höhle bezeichnen wollen, liegen jetzt noch mindestens vier Zellschichten übereinander; die oberste Zellschicht unterscheidet sich durch ihre regelmässige Anordnung und die annähernd kubische Form der Zellen von den darunter liegenden Schichten, eine Differenzierung, welche übrigens schon in den früheren Stadien angedeutet war. Dieser Unterschied verschwindet aber allmählich sowohl nach vorn und hinten wie auch in den

seitlichen Schnitten nach dem Rande zu. Es beginnt also jetzt die Differenzierung zwischen Ektoderm und primitivem Entoderm von der Mitte der Keimscheibe ausgehend, ohne indessen die Ränder zu erreichen.

Das hintere Ende der Keimscheibe ist wiederum deutlicher und schärfer abgesetzt als das vordere, welches schlanker ist und allmählich in den weissen Dotter übergeht. An beiden Enden, vor allem aber am vorderen, sieht man vereinzelte Kerne isoliert im Dotter liegen. — Ebenso bemerkt man in allen Schnitten besonders in den Randschnitten mehrere Vakuolen unter dem vorderen und hinteren Ende der Keimscheibe im Dotter. Es ruht also der ganze Randteil der Keimscheibe auf einem im Dotterwall liegenden „Vakuolenkranze“ — im übrigen zeigen der weisse und der gelbe Dotter dasselbe Verhalten wie in den vorigen Stadien.

Gegen die soeben beschriebene Keimscheibe können einige Bedenken erhoben werden. Erstens stammt dieselbe von einem Truthuhnei. Es können also keine direkten Vergleichen der Grössenverhältnisse mit den übrigen, von Haushühnern stammenden Keimscheiben gemacht werden. Ausserdem aber ist, wie beschrieben, die Keimscheibe im Dotter von einem Vakuolenkranze umgeben, eine Erscheinung, welche wir bei keinem einzigen der übrigen normal entwickelten Eier beobachtet haben, die aber nach Oellacher (8) bei unbefruchteten Eiern die Regel zu sein scheint. Es ist auch gerade bei diesem Ei nach der Art unserer Eierbeschaffung am ehesten möglich, dass dasselbe unbefruchtet war; denn Truthühner werden in der hiesigen Gegend auf den Hühnerhöfen überhaupt nur selten, häufig nur in wenigen Exemplaren mit den Haushühnern zusammen und seltener zur Zucht gehalten. Da aber diese Keimscheibe in Bezug auf Härtung und Schnittführung besonders gut gelungen ist, und daher ein recht anschauliches Bild von diesem Stadium darbietet, habe ich dieselbe an dieser Stelle mit

angeführt. Ich füge noch die Beschreibung eines eben solchen Stadiums vom Hühnerei hinzu, bei welchem allerdings während der Behandlung, wahrscheinlich infolge Austretens von Flüssigkeit aus der unter dem Keim liegenden Höhle und dadurch bedingtes Einsinken der Höhlendecke, in letzterer im hinteren Teile eine Fältelung entstanden ist, welche jedoch die allgemeine Betrachtung nicht stört.

B. (Fig. 8, Vergr. 40fach.)

Ein ungelegtes Hühnerei mit völlig verkalkter Schale, in heissem Wasser gehärtet, mit Nachhärtung in Alkohol. — Färbung: Pikrokarmín nach Weigert. — Schnittdicke: 0,02 mm. Fig. 8 stellt den Medianschnitt dar.

Der Längsdurchmesser der Keimscheibe beträgt 3,0 mm, ihre grösste Dicke 0,2 mm.

Die Zellmasse der Keimscheibe besteht durchweg aus kleinen Zellen von 0,02—0,03 mm Durchmesser. Man kann in derselben deutlich einen mittleren verdünnten Teil von dem dickeren Vorder- und Hinterende (Randwulst) unterscheiden. Ersterer besitzt, abgesehen von der Fältelung im hinteren Teil, eine nach oben leicht konvexe Begrenzung; nach unten verläuft seine Grenze sehr unregelmässig. Derselbe ist noch 3—4 Zellenlagen stark, an einzelnen Stellen zählt man sogar noch mehr; doch ist die Zählung wegen der Faltenbildung nicht sicher. Auch hier ist schon eine deutliche Differenzierung zwischen der oberflächlichen Zellschicht (Ektoderm) und den unteren Schichten (primitives Entoderm) zu konstatieren, die jedoch im Bereiche des Keimwulstes nur streckenweise ausgeprägt ist. Unter diesem verdünnten, mittleren Teil der Keimscheibe erstreckt sich eine weite Höhle, die etwas weiter nach hinten als nach vorn reicht. Ihre Länge beträgt im Medianschnitt 1,8 mm, ihre grösste Höhe 0,15 mm. Ihre untere Grenze, die in einer schwach konkaven Linie verläuft, wird vom weissen Dotter gebildet, ihre Decke

bildet die unregelmässige und stark zerklüftete Unterseite der Keimzellenmasse. Die ganze Höhle ist ausgefüllt von einem homogenen, im gefärbten Schnitte schwach gelb erscheinenden Gerinnsel und schliesst eine Anzahl rundlicher, grösserer Zellen ein, die häufig isoliert liegen und im Inneren stark granuliert sind. Vorn und hinten wird die Höhle durch den Randwulst der Keimscheibe, der direkt auf dem Dotter aufliegt, begrenzt. Dieser Wulst besitzt seine grösste Dicke ungefähr in der Mitte und läuft von hier aus nach dem Rande zu spitz aus. Das hintere Ende ist etwas stumpfer und gegen den darunter liegenden Dotter schärfer begrenzt als das vordere. Auf den seitlichen Schnitten nimmt die Höhle nach dem Rande zu allmählich an Ausdehnung ab, in den seitlichsten Parteen — im Bereiche des Randwulstes — ist sie ganz verschwunden, und die Keimscheibe besitzt wieder eine bikonvexe Form.

Im Dotterwall, besonders unter dem vorderen Rande, sieht man deutlich vereinzelte Dotterkerne liegen. Weissere und gelbere Dotter verhalten sich ebenso wie in den früheren Stadien.

Wir sehen also, dass in diesem Stadium an Stelle der früheren fast verschwundenen Furchungshöhle eine neue grosse Höhle (die subgerminale Höhle) unter der Keimscheibe sich bildet, und die Keimscheibe selbst ihre bisherige bikonvexe Form verliert. Zugleich hiermit beginnt von der Mitte der Keimscheibe aus die Differenzierung in Ektoderm und primitives Entoderm; dieselbe reicht aber in diesem Stadium noch nicht bis zum Rande der Keimscheibe.

C. (Fig. 9, Vergr. 40fach.)

Ein ungelegtes Hühnerei mit völlig verkalkter, ganz harter Schale. In heissem Wasser gehärtet mit Nachhärtung in Alkohol. — Färbung: Boraxkarmin mit Orange G. — Schnittdicke: 0,02 mm. — Fig. 9 ist ein mittlerer Längsschnitt.

Der Längsdurchmesser der Keimscheibe beträgt 3,5 mm, ihre grösste Dicke 0,17 mm.

Die Zellmasse der Keimscheibe ist überall aus kleinen Zellen zusammengesetzt. Fast unter der ganzen Keimscheibe erstreckt sich eine weite Höhle, deren Boden von dem Dotter, deren Decke von den Zellen der Keimscheibe gebildet wird. Der Längsdurchmesser der Höhle beträgt 2,7 mm, ihre grösste Höhe etwas hinter der Mitte 0,12 mm. Die Höhle erstreckt sich weiter nach hinten als nach vorn. Sie reicht hinten bis 0,25 mm vor das hintere Ende und vorn nur bis 0,6 mm hinter das vordere Ende der Keimscheibe. Die Höhle enthält zahlreiche runde grössere Zellen, welche teils isoliert, teils zu mehreren zusammenliegen. In den mittleren Schnitten nimmt diese Höhle nach dem Rande zu allmählich an Ausdehnung ab. In allen Schnitten bemerkt man ausser den grossen runden Zellen fädiges, rosa gefärbtes Gerinnsel in der Höhle, das meist dem Boden derselben aufliegt.

Die kreisförmige Zellplatte der Keimscheibe selbst scheidet sich in die dünne Höhlendecke und den ringförmigen, verdickten Rand, den Randwulst, der direkt auf dem Dotter aufruhet. Die Decke der Höhle ist etwas hinter der Mitte am dünnsten — da, wo die Höhle ihre grösste Höhe besitzt —, sie misst hier nur 0,05—0,07 mm. Die Höhlendecke verdickt sich sehr erheblich nach dem Randwulst zu, so dass der Übergang in diesen ganz allmählich stattfindet und in diesem Stadium der Randwulst viel weniger durch eine plötzliche Höhenzunahme, als durch sein direktes Aufruhet auf dem Dotter charakterisiert ist. Die Höhlendecke besteht aus 2—3 Zelllagen. Die oberste Zellreihe zeigt überall (auch über den Randwülsten) eine epitheliale Anordnung; es ist also jetzt ein vollkommen geschlossenes, kubisches, einschichtiges Ekto-derm vorhanden. Darunter liegen ganz locker neben einander grössere, kuglige und stärker nahrungsdotterhaltige Zellen. Die

Kugeln liegen meist so locker, dass sie sich nur berühren, nicht aneinander abplatteln. Es treten zwischen ihnen Zwischenräume auf, die häufig nach unten mit der subgerminalen Höhle kommunizieren. Die Dicke dieser lockeren unteren Schicht wechselt sehr erheblich, ihre untere Kontur ist demnach ziemlich unregelmässig; meist sind es zwei, nach dem Rande zu drei Zelllagen, selten findet sich nur eine Zellschicht. Im Randwulst liegen 4—5 Zelllagen übereinander (von 0,1 mm Dicke). Die untersten hängen sehr dicht mit dem darunter liegenden Dotter zusammen. In diesem finden sich verhältnismässig viele Dotterkerne. Am Hinterende der Keimscheibe erscheint der Randwulst stumpfer und kürzer abgesetzt, als am Vorderende, wo er schlanker und schärfer zugespitzt ausläuft.

Wir haben also in diesem letzten Stadium eine Keimscheibe vor uns, die mit Ausnahme des peripheren Randwulstes eine dünne Zellplatte darstellt, die sich über einer weiten, niedrigen Höhle ausspannt. Mit dem Randwulst ruht diese Zellplatte in der ganzen Peripherie auf dem Dotterwall auf; der Randwulst schliesst somit ringartig die Höhle nach aussen zu ab. Die Zellplatte selbst besteht aus zwei Blättern, dem oberflächlichen, einschichtigen Ektoderm und dem darunter liegenden mehrschichtigen, primitiven Entoderm.

Weitere Stadien, die sich bei noch älteren ungelegten Hühnereiern finden, zu beschreiben und abzubilden halte ich nicht für notwendig, da dieselben nichts mehr für meine speziellen Zwecke Entscheidendes liefern; ich möchte nur die folgenden Punkte aus solchen hervorheben:

1. Die untere Keimschicht — das primitive Entoderm oder Dotterentoderm — verdünnt sich bis auf eine Schicht ziemlich platter Zellen, die an manchen Stellen sogar grössere Unterbrechungen aufweist.

2. Der Übergang der dünnen Decke der subgerminalen Höhle in den Randwulst wird schroffer.

3. Der Randwulst grenzt immer ohne trennende Spalte an den darunterliegenden Dotter, in dem sich die Dotterkerne finden; kleinere Lücken zwischen einzelnen Zellen der untersten Lage des Randwulstes und dem Dotter finden sich wohl, dieselben sind aber nicht anders aufzufassen, als die Lücken, die an manchen Präparaten zwischen den Zellen des Randwulstes selbst anzutreffen sind. Wo man eine durchgehende Spalte zwischen Randwulst und Dotter findet, kann man sicher sein, dass dieselbe artifiziell entstanden ist.

4. Kurz vor dem Legen trennt sich am Rande des Randwulstes das Ektoderm von den unterliegenden Schichten und beginnt sich selbständig über den Dotter vorzuschieben.

Nach diesen eben geschilderten Bildern würde sich also die erste Entwicklung des Hühnerkeimes folgendermassen gestalten:

1. Die Keimscheibe des Hühnereies stellt beim Beginne der Furchung eine flache bikonvexe Scheibe dar, die nach unten allmählich in den weissen Dotter übergeht. Die Konvexität der unteren Seite der Keimscheibe ist stärker als die der freien Seite. Die stärkste Krümmung liegt nicht in der Mitte, sondern etwas hinter derselben, so dass auf Longitudinalschnitten das hintere Ende immer etwas bauchiger, das vordere Ende etwas mehr zugespitzt erscheint.

2. Das Centrum der Furchung, an dem dieselbe zuerst anfängt und auch am raschesten fortschreitet, liegt, wie es schon von Kölliker (3) und Duval (6) hervorgehoben wurde, etwas hinter der Mitte der Keimscheibe.

3. Bald nach dem Auftreten der ersten Furchungspolygone (im Flächenbilde) findet sich unter denselben zwischen ihnen und dem weissen Dotter, resp. dem noch ungefurchten Teile des Keimplasmas, eine flache Spalte (unser Stadium I). Wenn die Zahl der Furchungspolygone im Oberflächenbilde im Centrum

der Keimscheibe zugenommen hat, während die Peripherie derselben noch aus grossen radiären Segmenten besteht (Anfang unseres Stadiums II), findet man unter den centralen kleineren Elementen einen unregelmässigen Spalt, der wesentlich zwischen den Furchungsstücken und der glatten Oberfläche des weissen Dotters gelegen ist, sich aber in ganz unregelmässiger Weise zwischen die locker gelagerten, tiefen Furchungselemente hinein erstreckt. Niemals aber durchsetzt diese Spalte die obere Zelllage oder reicht unter den Randteil des Keimes. Gegen Ende unseres Stadium II besitzt diese Furchungshöhle etwas grössere Dimensionen.

Ist unser Stadium III A erreicht, so würde die Keimscheibe ungefähr der Nr. 5 nach Coste (bei Kölliker pag. 68) entsprechen. Immer noch ist um den fein durchgefurchten centralen Bezirk ein einfacher bis doppelter Kranz grösserer, radiärer Segmente vorhanden. Der Zellkomplex der gefurchten Keimscheibe stellt ebenfalls noch eine flache bikonvexe Scheibe dar. Die Zahl der sie zusammensetzenden Zelllagen ist in der Mitte am grössten (bis 4), und zwar wird die oberste Lage, wie schon von Oellacher (1) und Rauber (5) hervorgehoben wurde, entsprechend dem zeitlichen Gange der Furchung, aus den kleinsten Zellen zusammen gesetzt, während in den tiefsten Schichten weit grössere Zellen liegen. — Eine Differenzierung der oberflächlichsten Zellschicht ist noch nicht scharf ausgeprägt. — Die flache Spalte unter der Keimscheibe ist minimal geworden; sie wird durch die weitere Abschnürung von Zellen und Wachsen der ihre Decke bildenden Zellmasse allmählich immer mehr verlegt. In der Medianebene ist der Spalt daher überhaupt kaum noch zu sehen, deutlicher in den Seitenteilen.

Unser Stadium IIIB würde sich im Oberflächenbilde der Coste'schen Nr. 6 (bei Kölliker) nähern, ist aber ein wenig jünger, da am Rande noch etwas grössere Furchungssektoren vorhanden sind. Die Zahl der Zelllagen ist dicht hinter der Mitte

der bikonvexen Scheibe bis auf sechs gestiegen. Die Spalte zwischen ihr und dem Dotter ist bis auf Spuren verschwunden.

Jetzt beginnt sich die Keimscheibe deutlich zu strecken. Während sie im Stadium IIIB 2,9 mm lang ist, beträgt ihr Längsdurchmesser im Stadium IVB 3,0 und im Stadium IVC schon 3,5 mm. Hierbei wandelt sich der durchgefurchte Keim aus einer bikonvexen Scheibe, die in der Mitte am dicksten, an den Rändern zugespitzt ist, in eine konkav-konvexe Platte von kreisförmigem Umriss um, deren Ränder verdickt erscheinen. Unter der Platte tritt eine geräumige Höhle auf, deren Boden vom Dotter gebildet wird, und die seitlich von dem verdickten Rande, die auf dem Dotter direkt aufruht, abgeschlossen ist. Verfolgt man diesen Prozess genauer, wie er durch unser viertes Stadium illustriert wird, so sieht man, dass die oberste Zellschicht in der ganzen Ausdehnung der Keimscheibe sich zu einem geschlossenen Ektoderm differenziert hat.

Die unteren Zellschichten heben sich vom Dotter ab (Bildung der subgerminalen Höhle) und verdünnen sich allmählich immer mehr; statt 3—4 Zelllagen trifft man 1—2 und schließlich kurz vor dem Legen ist nur noch eine einzige, dabei noch vielfach unterbrochene untere Zelllage vorhanden. Es wird von allen Autoren angenommen, dass diese Verdünnung der unteren Zelllagen auf einer vom Centrum gegen die Peripherie der Keimscheibe gerichteten Wanderung dieser nur locker miteinander verbundenen Zellen beruht.

Inwieweit diese Wanderung der Zellen zu einer direkten Aufstauung am Rande der Keimscheibe führt, wage ich nicht ganz sicher zu entscheiden. Die Dicke des Randes nimmt nicht so augenfällig zu, dass man ein solches Aufstauen anzunehmen gezwungen wäre. Die vorliegenden Bilder lassen sich auch so erklären, dass man annimmt, am Rande der Keimscheibe findet keine centrifugale Verschiebung der unteren Zellschichten statt, und dieser Rand verschiebe sich nur in toto

über dem Dotter hin. Natürlich unterliegen die ihn zusammensetzenden Zellen einer weiteren Zerteilung. Lehnt man also eine Aufstauung der Zellen im Randwulst ab, so müssen die vorher im Centrum aufgehäuften Zellen in der nun grösseren Fläche, die die untere Keimschicht bei der Gesamtausdehnung der Keimscheibe einnimmt, Platz finden. Jedenfalls findet die centrifugale Verschiebung der unteren Keimschichten nicht ganz regelmässig statt, sondern einzelne grössere und kleinere Komplexe aus den unteren Schichten bleiben zurück und liegen zerstreut in der subgerminalen Höhle.

Es treten also im Verlauf der intraabdominellen Entwicklung des Hühnereies unter dem Centrum des Komplexes der Furchungskugeln zweimal Spaltbildungen auf. Die erste Spalte erscheint nach Ausbildung der ersten centralen Furchungspolygone unter diesen. Im weiteren Verlaufe der Abfurchung bleibt sie anfänglich erhalten, ist aber niemals sehr ausgedehnt; sie setzt sich in unregelmässige Intercellularlücken zwischen den locker gelagerten unteren Furchungszellen fort.

Mit der weiteren Zerteilung der Zellen im Centrum der Keimscheibe und wohl auch durch Zufügung neu abgefurchter Zellen von unten her verschwindet diese primäre Höhle bis auf eine lineäre Spalte zwischen dem Furchungshöhlenkomplex und dem Dotter, die sich nur hie und da zwischen zwei Zellen nach oben hin etwas erweitert (Stadium III).

Es ist klar, dass wir in dieser ersten Höhle unserer Stadien I und II die Furchungshöhle des Hühnereies erblicken müssen. Wir können dazu die weiteren Intercellularlücken zwischen den unteren Furchungszellen nehmen, in die sie sich fortsetzt. Im darauf folgenden Stadium III A müsste man dann, wie Will (10) vom Gecko meint, sagen, dass die Furchungshöhle des Hühnereies fast ganz von Zellen ausgefüllt wird. Schliesslich, in unserem Stadium III B ist die Furchungshöhle bis auf schwache Andeutungen verschwunden.

In diesem Stadium befindet sich nach dem Rauber'schen Bilde (5; Tafel I, Fig. 5) das frisch gelegte Ei des Kanarienvogels.

Im Zusammenhange mit der nun einsetzenden Flächenvergrößerung des Blastoderms tritt unter demselben eine neue Höhlenbildung auf, von der wir annehmen mussten, dass sie wesentlich durch Verschiebung der unteren Zellschichten von der Mitte nach der Peripherie hin zustande kommt.

In derselben Zeit differenziert sich die oberste Zellschicht des Blastoderms zum Ektoderm. Dieser Vorgang findet nach Rauber beim Kanarienvogel erst nach dem Legen statt. Fig. 6 seiner Tafel I (aus den ersten Brütstunden) illustriert vortrefflich den Beginn der Erscheinung, Fig. 7 (nach zehnstündiger Bebrütung) ein weiteres Stadium, während Fig. 8 (nach 24stündiger Bebrütung) das Ende des Prozesses darstellt¹⁾.

Bei der Ente sind die Verhältnisse nach Rauber wie beim Huhn, denn die zweite Höhlenbildung unter dem Keim beginnt im Eileiter (Raubers Fig. 1²⁾) und ist im gelegten Entenei ziemlich vollendet.

Wie haben wir diese zweite spätere Höhlenbildung unter dem Blastoderm zu benennen, und wie stellt sich ihr Verhältnis zu dem Spalt, den wir als eine rudimentäre Furchungshöhle aufgefasst haben?

Es ist bekannt, dass diese zweite Höhle zur Höhle des Darmes und des Dottersackes wird. Wir wollen mit Duval den nichts präsumierenden Namen der „subgerminalen Höhle“ für sie wählen. Dieselbe entsteht an derselben Stelle, an der kurz vorher die Furchungshöhle verschwunden war, wo sich sogar

¹⁾ Wir sehen dabei von der Rauber'schen Anschauung über die Furchungshöhle ab.

²⁾ Dieses von Hertwig (9) in den früheren Auflagen seines Lehrbuches reproduzierte Bild wird daselbst irrtümlich als Hühnerkeim bezeichnet.

mitunter noch Spuren derselben vorhanden. Der Topographie nach stünde also nichts der Annahme entgegen, die subgerminale Höhle als wieder eröffnete Furchungshöhle aufzufassen. Dabei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Prozesse, die zur Entstehung beider Höhlen führen, durchaus verschieden sind. Es wird jedenfalls erst durch genauere Untersuchungen bei den Reptilien entschieden werden müssen, ob beide als identisch zu betrachten sind oder nicht.

Diese Darstellung von der Furchung und Bildung der Höhlen im Hühnerkeim bringt eigentlich durchaus nichts Neues und ist nur eine Bestätigung der Schilderung der Prozesse, wie sie schon von Oellacher (1), Kölliker (3) und Rauber (5) gegeben ist. Diese unsere Darstellung steht aber in vollem Widerspruch zu einer Reihe von Angaben von Duval.

Die „Cavité de segmentation“ fand ich zwar beim ersten Entstehen, so wie sie Duval (6) beschreibt und in Fig. 2 u. 4 der Tafel I (6) zeichnet, als eine lineäre, horizontale Spalte unter der ersten (später obersten) abgefurchten Lage von Furchungselementen. Ich kann aber nicht zugeben, dass sie sich als Spalte zwischen der obersten Lage Furchungszellen und den darunterliegenden inzwischen abgefurchten tieferen Zellschichten erhält, wie in Duval's Fig. 7 (6) oder gar wie in der oben besprochenen Fig. 31, Tafel III des Atlas (7), sondern die Furchungshöhle bildet in etwas ältern Furchungsstadien (II A. meiner Einteilung) einen unregelmässig begrenzten Hohlraum, der immer zwischen den jeweilig abgefurchten Zellkomplex des Keimes und der Unterlage gelegen ist und nur bei jüngeren Exemplaren des betreffenden Stadiums (Stadium II A. Fig. 1) bis zur obersten Zelllage hinaufreicht, bei älteren (Stadium II B. — Fig. 3 u. 4) nicht mehr. Diese unsere Furchungshöhle ist wahrscheinlich in ihren letzten Spuren noch in Duval's Fig. 10 (6) zu sehen, nur dass sie hier — wahrscheinlich durch eine artifizielle Abhebung des abgefurchten Keimes vom Dotter —

fälschlich unter dem vorderen und hinteren Rande der Keimscheibe nach aussen mündet.

Im folgenden Stadium (III meiner Einteilung) wird die Furchungshöhle so von Zellmassen verlagert, dass als Rest derselben nur eine lineäre Spalte zwischen den untersten Zellen des Keimes und dem Dotter übrig bleibt.

Auch den von Duval beschriebenen Umschlag der obersten Zellreihe nach unten, der nach Duval am hinteren Ende der Keimscheibe beginnt und von da sich um den Rand der Keimscheibe herum nach vorn fortsetzen soll, kann ich nicht bestätigen; ebensowenig, dass sich zwischen diesem Umschlag und dem (kernhaltigen) Randdotter eine Spalte (Gastrulamund) unter den Keim erstreckt, die mit der subgerminalen Höhle (Gastrulahöhle) zusammenhängt. — Ich fand den Rand des Dotters in allen Stadien dem Dotter eng anliegen und mit demselben fest verbunden, so dass ich jede Trennung an dieser Stelle, wie unten noch näher auszuführen, als artifizuell betrachten muss.

Es ist allerdings, wie Duval richtig hervorhebt, schon beim Beginn der Furchung ein deutlicher Unterschied zwischen dem vorderen und hinteren Ende der Keimscheibe vorhanden:

Die Furchung beginnt hinter der Mitte und schreitet hinten schneller fort als vorn, so dass in gewissen Stadien im hinteren Teile schon kleinere und mehr Zellen liegen als vorn. Dergleichen tritt hinten die Furchungshöhle eher auf als vorn und erreicht auch hinten eine grössere Ausdehnung sowohl nach oben wie nach der Peripherie zu. In den späteren Stadien ist der Unterschied zwischen dem Vorder- und Hinterende noch deutlicher. Wie schon oben hervorgehoben, unterscheidet sich, abgesehen von seiner charakteristischen Form — es ist dicker und kürzer —, das hintere Ende von dem vorderen meist deutlich durch eine scharfe Abgrenzung seinerseits gegen den darunter liegenden Dotter. Jedoch liegt das Hinterende stets dem Dotter

fest auf und lässt keinen Spaltraum, wie ihn Duval beschreibt, zwischen sich und dem Dotter. Niemals ist auch etwas von einem Umschlag der oberen Zellreihe nach unten zu sehen. Noch viel weniger ist die Möglichkeit einer Spalte unter dem Vorderende der Keimscheibe gegeben, das, wie schon erwähnt, sich nur undeutlich gegen den Dotter abgrenzt und fast allmählich in den hier an Dotterkernen reichen, weissen Dotter übergeht.

Was ist nun aber die „Cavité de segmentation“ in der von Duval beschriebenen Form in den späteren Furchungsstadien? — Vielleicht hängt ihre Entstehung mit der von Duval angewandten Präparationsmethode zusammen. Duval hat, wie ich schon oben hervorhob, seine Eier einer doppelten Härtung unterzogen; einmal einer kurzdauernden, oberflächlichen, welche nur die Keimscheibe und deren unmittelbare Umgebung betraf, mit Osmiumsäure und Alkohol absolutus, und dann einer längeren, welche den gesamten Dotter härtete, in Chromsäure resp. absolutem Alkohol. Nun wäre es möglich, dass durch die erste kurze Einwirkung des Fixierungsmittels die Oberfläche, also die oberste Zellschicht der Keimscheibe gehärtet worden wäre und dass dann, als der gesamte Dotter in die — zum Teil sogar anders beschaffene — Härtingsflüssigkeit gebracht wurde, infolge osmotischer Vorgänge die bereits gehärtete, oberste Zellschicht sich von der übrigen Keimscheibe abhob. Duval erwähnt auch selbst die Möglichkeit eines derartigen Vorganges in der Einleitung zu seiner Arbeit (6) anlässlich der Besprechung der Fig. 14 in Köllikers Embryologie (4).

In ähnlicher Weise ist es auch möglich, dass Duval bei seinen Präparaten eine Schrumpfung und künstliche Abhebung der gesamten Keimscheibe von dem darunter liegenden Dotter erhalten hat, wodurch eine scheinbare Absetzung der Keimscheibe und einen Umschlag der oberflächlichen Zellenlagen in die unteren am Rande der Keimscheibe vorgetäuscht wurde.

Wir können jedenfalls nur sagen, dass eine Urmundlippenbildung durch Umschlag der oberen Zellschicht am Rande der Keimscheibe in die untere, wie sie Duval beschrieben hat, in der Natur nicht vorkommt; ebenso wenig mündet die subgerminale Höhle jemals unter dem Rande der Keimscheibe an der Oberfläche aus. Sie kann demnach durchaus nicht als Gastrulahöhle aufgefasst werden. Vor dem Legen, während des Furchungsstadiums, sind am Hüherei keinerlei Vorgänge wahrzunehmen, die man als Gastrulationserscheinung auffassen könnte. Wie wir in den einleitenden Betrachtungen durch den Vergleich mit den entsprechenden Vorgängen am Reptilienei ausgeführt haben, kann erst die Bildung des Primitivstreifens, resp. der Primitivrinne als Gastrulationsvorgang gedeutet werden.

Zum Schlusse möchte ich noch ein paar Worte über zwei während des Furchungsprozesses im Dotter auftretende Elemente hinzufügen. Es sind dies die Dotterkerne und die Vakuolen.

1. Erstere kann man in allen Stadien, besonders aber in den späteren, im Dotterwall als isolierte Kerne beobachten. Dieselben liegen unter dem Randteile der Keimscheibe in Form eines „Kernkranzes“, der im vorderen Teile am dichtesten ist.

2. Duval beschreibt in allen von ihm geschilderten Keimscheiben im Dotter zahlreiche Vakuolen. Uns war es nur ein einziges Mal — abgesehen von den allerjüngsten Stadien vor Beginn einer Furchung — möglich, bei einer anscheinend normal entwickelten Keimscheibe, in dem darunter liegenden Dotter Vakuolen zu bemerken. Es war dies das oben beschriebene Truthühnei. Jedoch liess gerade dieses Ei, wie oben hervorgehoben, den Verdacht zu, dass es unbefruchtet sei. Auch

Köl liker (4) und ebenso Oellacher (8) geben an, dass sie die von ihnen untersuchten, unbefruchteten Eier fast stets stark vakuolisiert gefunden haben. Im weiteren stellt Oellacher die Vermutung auf, dass der unter dem Rande der Keimscheibe gelagerte „Vakuolenkranz“ aus schon durchgefurchten Partieen der Keimscheibe hervorgegangen sei, dass man also das Auftreten von Vakuolen unter der Keimscheibe als eine Absterberscheinung betrachten müsse. Dieser Anschauung möchte auch ich mich nach meinen Beobachtungen anschliessen; jedoch ist es mir nicht möglich, ein sicheres Urteil darüber abzugeben.

Litteraturübersicht.

1. Oellacher, Untersuchung über die Furchung und Blätterbildung im Hühnerei. — Studien a. d. Instit. f. experiment. Pathologie in Wien a. d. Jahre 1869 v. Stricker. — Wien 1870.
 2. Götte, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere II. Die Bildung der Keimblätter und des Blutes im Hühnerei. — Arch. f. mikroskop. Anatomie. Bd. X. 1874.
 3. Kölliker, Zur Entwicklung der Keimblätter im Hühnerei. — Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. N. F. VIII. Bd. — Würzburg 1875.
 4. — Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. — Leipzig 1879.
 5. Rauber, Über die Stellung des Hühnchens im Entwicklungsplan. — Leipzig 1876.
 6. Duval, De la Formation de Blastoderme dans l'Oeuf d'Oiseau. — Ann. des Scienc. natur. Zoologie. Tome XVIII; 1884.
 7. — Atlas d'Embryologie. — Paris 1889.
 8. Oellacher, Die Veränderung des unbefruchteten Keimes des Hühnereies im Eileiter und bei Bebrütungsversuchen. — Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXII. — Leipzig 1872.
 9. Hertwig, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. — Jena 1888 resp. 1890.
 10. Will, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. 1. Die Anlage der Keimblätter beim Gecko. — Zoolog. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontogenie d. Tiere. Bd. VI, H. 1.
-

Figurenerklärung.

Alle neun Bilder stellen mediane, oder nahezu mediane Longitudinal-schnitte durch ungelegte Hühnerkeimscheiben bei 40facher Vergrößerung dar. Überall ist das vordere Ende der Keimscheibe mit *v*, das hintere mit *h* bezeichnet.

FH = Furchungshöhle.

sg. H. = subgerminale Höhle.

Kw = Randwulst.

Fig. 1 u. 2. Keimscheibe eines ungelegten Hühnereies mit schwach verkalkter Schale. Härtung: Heißes Wasser mit Nachhärtung in Alkohol. — Färbung: Boraxkarmin mit Orange G. — Schnittdicke: 20 μ .

Fig. 2 ist der Medianschnitt, Fig. 1 liegt um 7 Schnitte seitlich von diesem.

Keimscheibe etwa wie Nr. 4, Fig. 15 in Kölliker's Entwicklungsgeschichte p. 68 (nach Coste). — Stadium II A meiner Einteilung.

Fig. 3 u. 4. Schale und Behandlung wie oben. Färbung: Weigert-sches Pikrokarmin. — Schnittdicke: 15 μ .

Fig. 4 ist der Medianschnitt; Fig. 3 liegt um 8 Schnitte weiter seitlich.

Die Keimscheibe ist etwas älter, wie die von Fig. 1 u. 2, gehört aber noch in dasselbe Stadium. — Stadium II B.

Fig. 5. Keimscheibe eines ungelegten Hühnereies mit schwach verkalkter Schale. — Behandlung und Färbung wie bei Fig. 3 und 4. — Schnittdicke: 20 μ . — Mittlerer Schnitt.

Keimscheibe etwa wie Nr. 5 Fig. 15 in Kölliker's Entwicklungsgeschichte p. 68 (nach Coste). — Stadium III A.

Fig. 6. Keimscheibe eines ungelegten Hühnereies mit schwach verkalkter, noch leicht eindrückbarer Schale; gehärtet in heissem Wasser, nachgehärtet in Alkohol. — Färbung: Pikrokarmin nach Bizzozero. — Schnittdicke: 20 μ . — Medianschnitt.

Keimscheibe etwa wie Nr. 6 (nach Coste) Fig. 15 p. 68 der Kölliker-schen Entwicklungsgeschichte. — Stadium III B.

Fig. 7. Keimscheibe eines ungelegten Eies vom Truthuhn; das Ei hatte eine völlig verkalkte, harte Schale. — Heißes Wasser, Alkohol. — Färbung: Pikrokarmin nach Weigert. — Schnittdicke: 20 μ . — Medianschnitt. — Stadium IV A.

Fig. 8. Ungelegtes Hühnerei mit völlig verkalkter Schale. Behandlung und Färbung wie bei Fig. 7. — Schnittdicke: 20 μ . — Medianschnitt. — Stadium IV B.

Fig. 9. Ungelegtes Hühnerei mit völlig verkalkter, ganz harter Schale. — Heißes Wasser, Alkohol. — Färbung: Boraxkarmin mit Orange G. — Schnittdicke: 20 μ . — Mittlerer Längsschnitt. — Stadium IV C.

DIE
CORTISCHE MEMBRAN.

EIN BEITRAG ZUR ANATOMIE DES INNERN OHRS.

VON

DR. AUGUST DUPUIS,
AUS KREUZNACH.

Aus der Marburger Poliklinik für Nasen-, Hals-
und Ohrenkrankheiten.

Mit 2 Figuren im Text und 19 Figuren auf Lichtdrucktafel XXI/XXII.

Die Cortische Membran (Köl liker) oder die Membrana tectoria (Claudius) ist ein Gebilde des Ductus cochlearis der Gehörschnecke, welches von allen Beobachtern des innern Ohrs gesehen, aber von den meisten etwas stiefmütterlich behandelt worden ist. Es ist letzteres umsomehr zu verwundern, da die Cortische Membran den am leichtesten zu isolierenden Teil des Cortischen Organs darstellt.

Die Untersuchungen, welche ich auf Anregung des Herrn Prof. Barth über die Membran angestellt habe, bezogen sich im wesentlichen auf den anatomischen Aufbau und die feinen mikroskopischen Verhältnisse, die ich an der isolirten Membran studierte; durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Barth war ich in der Lage, die dabei gemachten Befunde mit einer Reihe von Schnittpräparaten vergleichen zu können, wodurch ich mir auch über die Lagerungsverhältnisse ein Urtheil bilden konnte.

Was das Präparationsverfahren anbetrifft, so habe ich mich zum grössten Teil der Übersmiumsäure in $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ % Lösung bedient, ohne jedoch andere Fixationsmethoden auszuschliessen. Als Färbemittel habe ich neben Anilinfarbstoffen vorzüglich das Hämatoxylin angewandt.

Um dem Vorwurf der Subjektivität und eines allzu grossen Schematisirens des komplizierten Aufbaues der Membran zu entgehen, habe ich mich entschlossen, die zur Abhandlung nötigen Figuren durch die Photographie herzustellen; benutzt wurden

hierzu die Objektive von Zeiss, System C und Apochromat 4,0 (Apert. 0,95), das Projektionsokular 2 und eine Camera von 450 mm Länge.

Mit der embryologischen Frage habe ich mich nicht befasst; ich will nur kurz hervorheben, dass die Cortische Membran nach Kölliker als eine Cuticularausscheidung gedeutet wird. Wie weit die Einwendungen Böttchers dagegen berechtigt sind, der sie von dem Härchensaum der Deckzellen entstehen lässt, vermag ich nicht zu sagen.

Die Cortische Membran erstreckt sich als ein spiral verlaufendes Band innerhalb des Ductus cochlearis von der Basis bis zur Spitze der Schnecke; während ihres Verlaufes nimmt sie, wie allgemein anerkannt ist, dabei ziemlich an Breite zu, wobei sich ihre einzelnen Teile etwas verschieden verhalten. Im allgemeinen werden an der Membran drei Teile unterschieden, die ein charakteristisches Aussehen zeigen und die sehr zweckmässig schon von den ersten Beobachtern der Membran als „Zonen“ bezeichnet wurden. Einige Autoren haben mehr Zonen angenommen, wie Corti und Hensen, andere wie Retzius und Schwalbe weniger. Der Grund einer solchen Verschiedenheit der Einteilung ist darin zu suchen, dass einmal die dritte Zone sehr oft nicht vorhanden ist, oder auch, falls sie da ist, nicht als solche erkannt wurde; ferner findet sich in der mittleren Zone ziemlich konstant eine Anzahl von Linien vor, die die Versuchung nahe legen, die Membran in mehr wie drei Teile zu zerlegen.

Die drei Zonen werden am besten, wie das schon alle Beobachter gethan haben, von dem Modiolus nach der Schneckenwand als eine innere, mittlere und äussere unterschieden.

Die innere Zone ist im wesentlichen durch ihre geringe Dicke und durch eine feine Streifung charakterisiert; auf Quer-

schnitten erscheint sie noch in der Mitte des Labium vestibulare als eine feine Linie, deren Beginn an der Reissnerschen Haut sich nur schwer erkennen lässt. Nach dem äussern Ende des Labium gewinnt die Zone anfangs nur allmählich an Dicke, erst im letzten äussern Viertel ist eine erhebliche und schnelle Zunahme zu konstatieren. Diese Stelle bezeichnet gleichzeitig den Übergang in die zweite Zone. In Zupfpräparaten und in Schnitten, wo man sie von der Fläche aus auf der Crista liegend sieht, ist die erste Zone in ungefärbtem Zustande nur mit Mühe wahrzunehmen; meistens erscheint sie wie ein dünner, durchsichtiger Schleier. Auf ihrer untern Fläche befinden sich eigentümliche, netzartige Zeichnungen.

Im Gegensatz zur ersten Zone zeichnet sich die zweite durch ihre beträchtliche Dicke und durch eine stark ausgesprochene Streifung aus. Diese Dicke ist bei der Katze so erheblich, dass in manchen Fällen die zweite Zone ganz undurchsichtig ist, so dass Zeichnungen, die sich auf Ober- und Unterfläche derselben vorfinden, oft vollständig unsichtbar sind. Im Gegensatz zur ersten Zone wird sie von allen Beobachtern als frei in den Schneckenkanal ragend beschrieben. Hierbei schwebt sie über dem Cortischen Organ. Wie schon erwähnt, finden sich auf ihren beiden Flächen verschiedene Zeichnungen, die mannigfache Erklärungen gefunden haben.

An dem Breiterwerden der ganzen Membran hat hauptsächlich die zweite Zone den grössten Anteil, die erste Zone beteiligt sich so gut wie gar nicht daran.

Die dritte Zone schliesslich ist ein sehr dünnes und sehr zerreisliches Netzwerk, das in Zupfpräparaten in vielen Fällen ganz fehlt oder nur in Fragmenten vorhanden ist. Oft ist sie auch umgeschlagen und liegt dann der zweiten Zone auf.

Die beiden innern Zonen zeigen, wie schon erwähnt, eine Streifung. Über diese sagt Böttcher, dass sie in frischem Zustande immer sehr deutlich sei; nach der Anwendung von

Salzsäure kann die Membran ein ganz glasiges Aussehen bekommen, wobei die Streifung verschwinden kann; doch fügt Böttcher hinzu, dass sich ein derartiger Befund nur bei zu lange in Salzsäure macerierten Schnecken ergebe. Midden dorp nimmt an, dass im Alter ein Schwund der Fasern eintritt; doch zeigt sich bei frischen Präparaten nach Böttcher ein ganz anderes Verhalten. Es kommt daher, wie man sieht, sehr auf die Behandlungsweise der Präparate an; jedenfalls spricht der Umstand, dass die Fasern gelegentlich bei Präparationsmethoden schwinden können, nicht gegen ihre Existenz; man muss sie vielmehr als einen integrierenden Bestandteil der Membran ansehen, so dass man aus der Art der Streifung dieses Gebilde als Cortische Membran erkennen kann.

Die Richtung der Streifen bezeichnen die einzelnen Autoren als keine direkt radiäre, sondern als eine von unten innen nach aussen oben verlaufende und mit dem Radius einen spitzen Winkel bildende. Unten ist bei dieser Bezeichnung die Basis der Schnecke, oben die Spitze. Doch ist die Richtung in den einzelnen Abschnitten der Membran nach Barth nicht dieselbe, vielmehr lassen sich gewisse Abweichungen konstatieren. An dem innern Rande der Cortischen Membran scheinen diese Streifen den Modiolus parallel zu umkreisen. Geht man weiter nach aussen, so nehmen sie allmählich die Richtung von Tangenten an, um noch weiter nach aussen, kurz vor dem Übergang in die sich anschliessende mittlere Zone noch eine weitere schwache Biegung nach aussen zu machen. In dieser Richtung verlaufen sie eine Strecke lang, mit dem Radius einen spitzen Winkel bildend, um dann in der Nähe des äussern Randes abermals etwas nach aussen umzubiegen, so dass sie sich wieder mehr einem tangentialen Verlaufe nähern. Es kommt auf diese Weise eine S-förmige Krümmung der ganzen Streifung zu stande, wie das in Fig. 1 sehr deutlich zu sehen ist.

Ich gehe jetzt dazu über, die feinen mikroskopischen Ver-

hältnisse der einzelnen Zonen und dann ihre Beziehungen zu den einzelnen Teilen des Ductus cochlearis näher zu betrachten.

Innere Zone.

Der innere Rand sieht bei den meisten Zupfpräparaten unregelmässig zackig, wie abgerissen aus; doch ist es mir mehrmals, besonders bei mit Übersmiumsäure behandelten Präparaten gelungen, ihn als glatte Linie zu erhalten (vgl. Fig. 4 vom Kaninchen), ähnlich wie es Hensen in seiner Zeichnung der Membran angibt; auch Barth und Retzius zeichnen ein derartiges Verhalten. In solchen Fällen schien dann dieser Rand etwas verdickt zu sein, indem die Färbung hier einen gesättigteren Ton annahm. Da man an die Möglichkeit denken konnte, es handle sich hier bloss um ein Umgeschlagensein des innern Randes, so untersuchte ich eine Anzahl Querschnitte daraufhin und fand in der That, dass man bei einzelnen Membranen eine derartige Verdickung des innern Randes erkennen konnte, die man an der Abgangsstelle der Membrana Reissneri nicht wohl als ein Umschlagen deuten darf.

In Flächenpräparaten der Cortischen Membran eines 23jährigen Mannes fand ich den innern Rand nicht mit einer einfachen Verdickung, sondern mit einem ziemlich breiten, homogenen Band abgeschlossen, das sich an den Enden der Membran von dieser losgelöst hatte, in der Mitte aber noch mit ihr zusammenhing. An der Färbung erkannte man, dass es bedeutend dicker, wie die innere Zone selbst war.

Die bereits oben erwähnte Streifung ist auch in der innern Zone vorhanden; doch ist sie lange nicht so deutlich wie in der mittlern, so dass sie von manchen Beobachtern übersehen worden ist. So bezeichnet Henle die innere Zone als strukturlos, zeichnet aber die äussere Hälfte derselben doch streifig, Gottstein als dünn und strukturlos, Böttcher findet den innern Teil hyalin, nur Hensen und Retzius lassen die Streifung bis an den

innern Rand der Cortischen Membran herantreten. In der That scheint in manchen, besonders ungefärbten Präparaten ein Verhalten, wie es Henle, Böttcher und Gottstein angeben, zu bestehen; doch kann man bei näherer Betrachtung, noch besser aber, wenn man die Membranen färbt, eine Fortsetzung der Streifung auf die ganze innere Zone beobachten. Es bestehen jedoch in betreff dieses Punktes bei den einzelnen Tierspecies gewisse Unterschiede. Ein Heranreichen der parallelen Streifung bis an den innern Rand, wie es Hensen angibt, habe ich eigentlich nur für den Menschen konstatieren können.

Bei Kaninchen, Katzen und Hunden verschwindet die Parallelstreifung sehr bald schon im Beginn der innern Hälfte der innern Zone; die sehr schematisierten Zeichnungen von Retzius vom Kaninchen und der Katze entsprechen durchaus nicht den thatsächlichen Verhältnissen. Vielmehr löst sich die Streifung (vgl. Fig. 4 und Fig. 12) sehr bald in ein scheinbar unregelmässiges Gewirr von Linien auf, so dass die Parthie wie zerkratzt aussieht. Diese Zeichnung scheint sich bis zum innern Rand fortzusetzen, doch ist sie hier sehr wenig ausgesprochen. Bei näherer Betrachtung erweist sich das Gewirr als ein feines, unregelmässiges Netzwerk, dessen Bälkchen von verschiedener Dicke und Länge und dessen Maschenräume von sehr wechselnder Ausdehnung sind. Eine Anzahl von dicken Fasern verläuft ziemlich gerade durch dasselbe und in der Richtung der parallelen Fasern der äussern Hälfte der innern Zone; weiterhin erkennt man einen Zusammenhang der dicken Fasern des Netzwerks mit jenen parallelen, so dass das ganze Netzwerk als eine Fortsetzung jener Fasern zu betrachten ist. In den einzelnen Abschnitten der Cortischen Membran finden sich hinsichtlich des Aussehens verschiedene Unterschiede. In der ersten Windung sind nämlich die dicken Fasern viel kräftiger und breiter, als weiter oben nach der Spitze zu. Ferner sind auch die Maschenräume etwas grösser. Eine weitere Eigentümlichkeit

dieses Teils besteht bei Kaninchen und Katzen darin, dass sich eine parallel zur Trennungslinie zwischen erster und zweiter Zone, verlaufende dickere, hie und da leicht ausgebogene Faser findet. Bei Katzen habe ich diese etwa in der Mitte der ersten Zone, bei Kaninchen etwas mehr nach aussen vorgefunden. Nach der Spitze der Schnecke zu verliert sie sich allmählich; in der ersten Windung ist sie dagegen sehr ausgesprochen; sie stellt keineswegs eine glatte Linie vor, die ohne jede Verbindung das Netzwerk durchzieht; vielmehr gehen von ihr zahlreiche teils dickere, teils dünnere Fasern ab, die sich im Netzwerk verlieren. Sie scheint demnach nicht auf, sondern im Netzwerk selbst zu liegen und eine Verstärkung desselben zu bilden.

Beim Kaninchen treten gegen den innern Rand der Membran hin zahlreiche, kleine Löcher auf; da an dieser Stelle das Netzwerk wie oben erwähnt sehr undeutlich wird, so ist es zweifelhaft, ob dieselben zum Netzwerk gehören und etwa nur die leeren Maschenräume vorstellen.

Die innere Zone von Fig. 3 bietet noch eine zweite Eigentümlichkeit in der Streifung. In der Gegend des Übergangs in die mittlere Zone sieht man ein ziemlich grossmaschiges Netzwerk, dass sich bis in die Mitte der innern Zone erstreckt. Es stellt die direkte Fortsetzung des der zweiten Zone aufliegenden Löwenberg'schen Fasernetzes vor; als solches hat es nichts mit der ersten Zone zu thun; es liegt nicht in der Membran, sondern darauf, wie ich mich durch Drehen der Mikrometerschraube überzeugt habe. Ich werde später noch einmal auf diesen Befund zurückkommen.

Ganz anders sieht die Streifung der innern Zone beim Menschen aus. Hier reicht sie zweifellos bis an den innern Rand, ohne irgendwie von der parallelen Richtung abzuweichen. Eine Ausnahme davon scheint Fig. 1 zu bilden, doch ist das nur eine scheinbare. Es setzt sich in dieser Figur über den hier nicht sichtbaren Rand ein eigentümliches gleich zu beschreibendes Netzwerk fort. Bei der Betrachtung dieses Prä-

parates unter dem Mikroskop konnte man dagegen den allerdings sehr feinen Rand der Membran einstellen, bis zu dem die Streifung reichte.

Zu sehen ist die Streifung beim Menschen an Flächenpräparaten wie an Querschnitten; in letzteren sieht die innere Zone, wenn der Schnitt die Membran nicht senkrecht, sondern unter einem Winkel getroffen hat, wie eine Bürste aus.

Über die Richtung der Streifung habe ich mich bereits oben ausgesprochen.

Die die Streifung bedingenden Linien laufen beim Menschen stets parallel, nirgendwo besteht eine Kreuzung mit andern Schichten, auch unter sich zeigen die Linien keinerlei Verbindung, etwa durch sich abzweigende Fasern. Eine Auflösung der innern Zone in die einzelnen Fasern ist sehr schwierig; es gelingt kaum, meistens reißen bei solchen Zupfversuchen ganze Stücke aus der Zone heraus, so dass man denken könnte, die Streifung liege in der Membran selbst und sei nicht durch Fibrillen bedingt. Indessen kann man, wie Barth fand, an solchen zerzupften Präparaten, besonders an Stellen, wo sich Risse gebildet haben, sehen, dass innerhalb des Risses einzelne Fasern von einem Rande zum andern herüberziehen. Ausserdem pflügen auch Einrisse in der Regel in der Richtung der Streifung aufzutreten, oder falls sie vorher eine andere Richtung hatten, in dieselbe wieder einzubiegen. Auf Grund dieser Beobachtung ist man, glaube ich, berechtigt, anzunehmen, dass die Streifung der innern Zone beim Menschen durch Fibrillen bedingt ist.

Ein analoges Verhalten besteht bei dem Netzwerk der innern Zone des Kaninchens und der Katze, das offenbar auch von Fibrillen gebildet wird. Einrisse finden sich längs der dicken Fasern, die ja dem Netzwerk jene obenerwähnte Richtung vorschreiben.

Über die Frage, betreffend das Vorhandensein einer Kittsubstanz zwischen den Fibrillen der innern Zone finde ich in

der Litteratur keinerlei Angaben. Und doch ist eine solche auch offenbar in der innern Zone vorhanden. So fand ich in einigen Querschnitten, deren Schnittrichtung die Membran unter einem spitzen Winkel getroffen hatte, folgendes: Die Fibrillen waren intensiv blau gefärbt (mit Hämatoxylin), zwischen ihnen befand sich eine weit weniger gefärbte Substanz, die ein ganz homogenes Aussehen hatte. Im Verhältnis zu den dünnen Fibrillen war sie bei weitem mächtiger, so dass die Annahme gerechtfertigt erscheint, die innere Zone besteht aus einer homogenen Masse — der Name „Kittsubstanz“ ist in diesem Falle nicht mehr am Platze —, in die jene Fibrillen eingelagert sind.

Ausser der Streifung zeigt diese Zone noch eine weitere Eigentümlichkeit, über die die Ansichten der Autoren ziemlich auseinander gehen. Henle und Löwenberg lassen die innere Zone oft von grösseren oder kleineren Lücken durchbrochen sein, die zur Aufnahme der Warzen des Labium vestibulare dienen sollen. Derartige Präparate habe ich verschiedentlich gesehen. Böttcher und Kölliker sprechen von Figuren auf der innern Zone, die sie als Abdrücke der Zellenendflächen der Habenula sulcata betrachten. Doch habe ich Zeichnungen, wie sie Böttcher für embryonale Verhältnisse, wo er ein polygonales Maschenwerk in Fig. 38 auf Taf. X angibt, noch nicht gefunden, ebenso wenig auch Präparate, in denen diese in der Form von radialen Streifen erschienen wären, entsprechend den Zähnen der Habenula, wie Fig. 37 der Taf. IX. Bei Embryonen habe ich vielmehr der innern Zone Epithelien anhaften sehen; da wo keine Epithelien waren, zeigte sich die einfache Streifung der Membran ohne netzartige Figuren. Retzius spricht von polygonalen Zeichnungen auf der innern Fläche, die nach ihm durch die abgehobenen obersten Platten des interdentalen Limbusepithels hervorgerufen sind. Als solche gehören sie demnach nicht der Membran an. In den Abbildungen zeichnet Retzius mehrere Maschen eines polygonalen Netz-

werks mit sehr dünnen Fäden, das beim Menschen, beim Kaninchen und bei der Katze gleich aussieht, was indessen nicht mit dem wirklichen Verhalten übereinstimmt. Andere Autoren kennen diese Zeichnungen nicht, wie z. B. Gottstein. Hensen spricht von „netzförmigen Auflagerungen“, die er über den innern Rand hervorragend zeichnet. Ein derartiges Übertreten zeigt Fig. 1, wo die Streifung der innern Zone im zweiten innern Drittel aufhört; ferner Fig. 12 in sehr schöner Weise; hier stehen diese Gebilde weit über den etwas umgeschlagenen, abgerissenen Rand der innern Zone hinaus.

Was zunächst das Aussehen der Figuren betrifft, so sind dieselben ganz und gar nicht bei den einzelnen Säugetieren gleich beschaffen.

Beim Menschen (vergl. Fig. 1) stellen sie ein äusserst unregelmässiges Maschenwerk dar, dessen Balken bald breit, bald schmal, bald dick, bald dünn sind, und dessen Maschen die allerverschiedensten Breiten- und Längendimensionen aufweisen. Wo sich Verdünnungen befinden, lassen sie die Streifung der Membran oft durchscheinen. Durch die Lücken zieht in Fig. 1 die Streifung ohne Unterbrechung hin, doch gibt es auch hiervon Ausnahmen; in einzelnen Präparaten findet man hier wirkliche Löcher (wie ich es bei der Cortischen Membran eines 62jährigen Mannes gesehen habe), in andern Fällen hat Barth hier nur strukturlose Verdünnungen der Membran wahrgenommen, die erst bei ziemlich intensiver Färbung als solche sichtbar wurden. Was die äussere Grenze des Netzwerks anbetrifft, so schliesst es in Fig. 1 erst mit der feinen Grenzlinie der innern Zone ab; in der Nähe dieser Linie ist auch das Netzwerk derartig verändert, dass die kleineren Maschenräume und die breiteren Balken vorherrschen (auf Fig. 1 nicht sichtbar). In einigen Präparaten, in denen das Netzwerk in grösserer Ausdehnung vorhanden war, fanden sich von der Trennungslinie zwischen erster und zweiter Zone nach innen gehend starke

leistenartige Verdickungen des Netzwerks. Diese waren von erheblicherer Breite als die übrigen Balken des Netzes, ausserdem färbten sie sich intensiver. Auch lagen sie nicht in einer Ebene mit dem übrigen Netzwerk, sondern ragten über diese hinaus. Was ihre Länge anbetrifft, so erstreckten sie sich über das äusserste Drittel der ersten Zone. Die Ausdehnung des Maschenwerks ist im allgemeinen eine sehr verschiedene; in Fig. 1 ist es über die ganze innere Zone verbreitet; in andern Präparaten sieht man es dagegen nur in Bruckstücken oder überhaupt gar nicht.

Anders sehen diese Zeichnungen beim Kaninchen aus. In Fig. 5 erkennt man am Rande der innern Zone ein ziemlich regelmässiges, mit meist rundlichen Löchern versehenes Netzwerk, dessen kräftig kontourierte Bälkchen im allgemeinen von ziemlich gleicher Dicke sind. Die Grenzen dieses Netzwerks nach innen und aussen erscheinen wie abgerissen; nach aussen lässt sich hie und da ein einzelner Ring, vollständig ausser Verbindung mit dem Netzwerk erkennen. Betrachtet man die Zone von der andern Seite, indem man den Objektträger umkehrt, so schimmern die Figuren nur undeutlich durch; es gehört also einer Seite der Membran an; gut sieht man das auch da, wo der innere Rand der Zone etwas umgeschlagen ist. Innerhalb der Maschenräume finden sich in höchst unregelmässiger Verteilung kleinere Löcher (in Fig. 5 nur vereinzelt). Ob diese mit dem Netzwerk in Verbindung stehen, ist ungewiss; sie sind auch am Rande von Fig. 4 sichtbar, wo von diesem Netzwerk nur ganz wenig einzelne Ringe hie und da, zu sehen ist. Es hat mehr den Anschein, als ob sie der Membran selbst angehörten und mit jenem oben erwähnten feinern Netzwerk der innern Zone in Verbindung ständen.

In einzelnen Fällen waren die Balken des Netzwerks nicht so dick, sondern schlanker, besonders da, wo es bis an die Trennungslinie zwischen erster und zweiter Zone reichte. Ein

andermal fanden sich die Balken sehr bedeutend verdickt, hier aber ragte das Netzwerk über den innern Rand hinaus. Man könnte aus diesem Verhalten schliessen, dass die Dicke der Balken von innen nach aussen zu abnehme; doch habe ich hierfür noch keine hinreichenden Beweise gefunden, da diese Verschiedenheiten schliesslich auch durch die Präparation bedingt sein können (Quellung, Schrumpfung).

Auch bei der Katze findet sich in der innern Zone ein Netzwerk (vgl. Fig. 12); doch sieht es mehr wie ein Negativ des Kaninchennetzwerks aus: es sind hier die Bälkchen hell, die Zwischenräume dagegen dunkel. Letztere sehen sehr Zellen ähnlich; am besten liessen sie sich mit Riffzellen vergleichen, indem (auf der Photographie nicht getroffen) feine Verbindungslinien, wie Stacheln, durch die hellen Zwischenlinien hinziehen und diese dunklern Partien somit untereinander verbinden. Doch fehlt jeder Kern; auch in keinem einzigen dieser Gebilde habe ich trotz aufmerksamster Durchmusterung einen Kern wahrnehmen können. Ist die Membran nicht gefärbt, so sind die Zeichnungen kaum sichtbar; sie waren mir auch anfangs in weniger gefärbten Präparaten entgangen; erst in einem intensiv gefärbten Präparate sah ich sie; man kann daraus schliessen, dass sie sehr dünn sind. In Fig. 12 scheinen sie unter dem etwas zurückgeschlagenen Rand der Membran hervorzukommen; durch Hin- und Herbewegen des Deckgläschens gelang es an verschiedenen Stellen, wo ähnliche Bilder sichtbar waren, jenen emporgeschlagenen Rand auf das Netzwerk zurückzuklappen. Die Figuren erschienen dann wie mit einem Schleier bedeckt, der aber nicht bis zum innersten Rand des Netzwerks reichte. Durch weitere Bewegungen konnte man die innere Zone wieder hochklappen; nun war das Netzwerk wieder deutlich sichtbar.

Die Figuren auf der innern Zone der Cortischen Membran der Katze habe ich immer nur in der Gegend des innern Rande der Membran gesehen. Hierzu trägt wohl viel die geringe Dicke

derselben bei, so dass man sie nicht sieht, selbst wenn sie weit auf der innern Zone aufliegen. In einigen Präparaten entdeckte ich jedoch, sich an diese Gebilde anschliessend und gewissermassen ihre Fortsetzung bildend, ein dunkles, polygonales, sehr dünnbalkiges Maschenwerk, ähnlich dem des Kaninchens, das sich bis an die Trennungslinie zwischen erster und zweiter Zone fortsetzte. Wahrscheinlich sind hier jene leeren, die einzelnen „Zellen“ trennenden Spalten durch die angewandte Osmiumsäure sichtbar geworden. Zu entscheiden ist hierbei die Frage, was die Osmiumsäure nun eigentlich gefärbt hat: einen Bestandteil des darunter liegenden Labium oder in die sonst leer erscheinenden Spalten abgesetzte Niederschläge. Ich glaube das erstere annehmen zu dürfen, da jedenfalls dann, wenn die innere Zone dem Labium aufrucht, jene Spalten auch nicht leer sein dürften.

In einem Präparat übrigens fand sich ein Maschenwerk mit sehr breiten Balken, das dem Netzwerk des Menschen sehr ähnlich war.

Beim Fuchs haben wir eine wieder etwas andere Zeichnung. Man sieht in Fig. 17 auf der innern Zone ein sehr dünnbalkiges Netzwerk mit verschiedenen grossen, meist längsovalen Maschen, das von einer im Beginn der zweiten Zone gelegenen, etwas ausgebogenen Linie seinen Ursprung nimmt. Die Maschenräume sind hie und da mit einer feinkörnigen Masse erfüllt, in der aber kein Kern sichtbar ist. Das ganze Gebilde ist äusserst dünn und zart und liegt nur auf einer Seite der Membran. An andern Stellen der innern Zone der Membran fehlt es.

Auch beim Hund finden sich netzförmige Zeichnungen, von denen sich in Fig. 16 Andeutungen finden. Sie sehen im allgemeinen denen des Fuchses sehr ähnlich. In einem Präparat fand ich aber eine Eigentümlichkeit in der Gegend des innern Randes der Membran. Hier waren nämlich die Bälkchen des Maschenwerks nicht schwarz, sondern hell; man hatte den Eindruck, als

ob die Membran an der Stelle streifenartig durchbrochen sei. Die Mascheuräume gewannen dadurch eine gewisse Ähnlichkeit mit den oben bei der Katze beschriebenen zellenartigen Gebilden; nur war hier der Zusammenhang mit dem übrigen Netzwerk ohne weiteres klar, indem an einer Seite ein dunkles Bälkchen, an den andern aber sich helle vorfanden u. s. w. Die durchbrochenen Streifen traten bereits in einer Gegend auf, wo die Streifung der innern Zone noch sichtbar war. Die oben erwähnten dicken Fasern verhielten sich gegenüber den hellen Bälkchen etwas verschieden; teilweise zogen sie direkt ohne Unterbrechung über sie hinweg, teilweise wurden sie beim Überschreiten des leeren Raumes dünner, teilweise hörten sie, am Rande angekommen, etwas zugespitzt auf, um sich dann an der andern Seite, mit einer ähnlichen Spitze beginnend, wieder fortzusetzen.

Fassen wir diese verschiedenen Bilder, wie sie sich bei den einzelnen Säugetieren darstellen, zusammen, so haben wir im allgemeinen ein mehr oder weniger verschieden gestaltetes Netzwerk, das sich nur an einer Seite der Membran befindet und gelegentlich den innern Rand der Cortischen Membran überragen kann. Manchmal fehlt es oder ist nur in Rudimenten vorhanden.

Als was haben wir nun diese Zeichnungen aufzufassen?

Eine Anzahl der Autoren sieht in ihnen nichts selbständiges und fasst sie als Eindrücke der Zahnwülste, resp. der auf letztern befindlichen Zellen auf. Es setzt sich die Membran in die durch jene Gebilde des Labium vestibulare hervorgerufenen Vertiefungen fort und erscheint dann hier verdickt; da wo sich Erhabenheiten befinden, ist das entgegengesetzte der Fall: die Membran ist hier verdünnt; das Schwinden der Streifung resp. das Auftreten von Löchern lässt sich aus dem vorigem ganz ungezwungen erklären. An Schrägschnitten der innern Zone kann man bei Kaninchen oft den Rand mit Zacken und napfartigen Vertiefungen besetzt

finden. Ich glaube daher, dass diese Anschauung eine gewisse Berechtigung hat. Doch erklärt sie nicht alle Erscheinungen.

Hensen und Retzius erkennen in dem Maschenwerk keine der Membran direkt angehörige Bildung. So bezeichnet es Hensen als „netzförmige Auflagerungen“, doch geht er im Text nicht näher darauf ein, Retzius sieht in ihm die obersten Platten des interdentalen Limbusepithels. Wenn man es hier mit abgehobenem Epithel zu thun hat, so ist es im höchsten Grade merkwürdig, dass man immer nur die Zellkontouren und niemals einen Zellkern sieht. Retzius hat zwar bei der Katze verschiedene Kerne in die einzelnen Maschen eingezeichnet; doch habe ich gerade von der Katze eine ziemliche Anzahl von Präparaten untersucht, ohne jemals einen Kern gefunden zu haben. Ein Anhaften von Zellen habe ich, wie schon oben erwähnt, nur bei Embryonen beobachtet; ferner müssten z. B. beim Menschen diese Zellen ein sehr merkwürdiges Aussehen haben, da die Maschenräume eine sehr variable Ausdehnung aufweisen. Auch erschiene die Kittsubstanz zwischen den einzelnen Zellen etwas zu dick, indem die derselben entsprechenden Balken des Netzwerks oft eine erhebliche Verbreiterung erkennen lassen. Doch befinden sich überhaupt auf den Wülsten Zellen? Diese Frage kann nur für Embryonen sicher bejaht werden. Bei der fertig konsolidirten Schnecke sieht man sie nach Barth nur stets zwischen den Wülsten, nie aber auf diesen, und hier sitzen sie so eingekeilt, dass ein Herausreißen kaum möglich erscheint.

Und doch muss man nach den verschiedenen Bildern, die man von dem Netzwerk erhält — insbesondere führt jenes Hervorragen über den innern Rand zu einer derartigen Anschauung —, eine der Membran nicht direkt angehörige Bildung annehmen. Nach der Ansicht von Barth hat man hier eine, Zahnleiste und Membran miteinander verbindende Kittsubstanz vor sich. Ich glaube, damit den grössten Teil der Erscheinungen erklären zu können. Denkt man sich auf die Unebenheiten des

Labium vestibulare eine weiche, homogene Masse derartig aufgetragen, dass sie sämtliche Vertiefungen ausfüllt und nur die höchsten Erhebungen freilässt, und legt darauf die innere Zone der Cortischen Membran, so ist es einleuchtend, dass man, falls die Membran mit dieser Masse verklebt ist und ihr beim Losreissen folgt, ein mehr oder minder unregelmässiges Netzwerk erhält; bleibt die Masse mit den Wülsten in Verbindung, so ist sie natürlich an der innern Zone nicht vorhanden; weiterhin lässt sich auch leicht verstehen, dass einmal die innere Zone etwas nach aussen zu von ihrem innern Rand abreissen kann, jene Kittsubstanz sich aber erst weiter innen trennt: dann haben wir ein Überstehen der Figuren über den innern Rand der Membran, der in solchen Fällen immer zackig ist. Beweisend für die vorgetragene Anschauung ist auch der Umstand, dass die Zeichnungen niemals gegen den äussern Rand der innern Zone einen der Wülsten entsprechenden radialen Verlauf zeigen, wie das Böttcher in Fig. 37, Taf. IX. angibt; stets ist auch hier Netzwerk.

Für die Verhältnisse beim Menschen passt meiner Ansicht nach diese Erklärung vortrefflich; aber ich glaube, dass die abweichenden Formen beim Kaninchen, bei der Katze, beim Hund und beim Fuchs sich ähnlich erklären lassen. Eine weitere Untersuchung dieses Punktes wäre angebracht.

Mittlere Zone.

Die Mehrzahl der Autoren unterscheidet zwischen erster und zweiter Zone eine besondere Grenzlinie, die der Stelle entsprechen soll, wo die Membran über die Huschkeschen Zähne hinwegtritt. Nur Böttcher kennt keine Trennung zwischen den beiden Zonen: „es geht die Streifung der ersten Zone kontinuierlich in sanftem Bogen in die deutlicher ausgebildeten Streifen der zweiten Zone über; nur an Flächenpräparaten gehärteter Schnecken sieht man eine scharfe Grenzlinie zwischen ihnen“.

Nach Barth ist die Linie zwischen beiden Zonen als ein Kunstprodukt aufzufassen; man sieht sie niemals an frischen Zupfpräparaten; in gehärteten Membranen liegt sie übrigens stets an einer Stelle, wo die Membran bereits das dunkle Aussehen der zweiten Zone angenommen hat. Es spricht dies gegen die Annahme Henle's, dass die Membran an ihrem Übergang eine plötzliche Verdickung erfahre. Es wird eben die erste Zone allmählich dicker; wo diese Linie sich befindet, hat sie bereits eine ziemliche Dicke erreicht, wie das aus Querschnitten, in denen die innere Zone dem Labium vestibulare noch aufliegt, und aus Flächenpräparaten deutlich hervorgeht.

Mit der Frage, ob die Grenzlinie durch eine Einsenkung oder eine Erhöhung bewirkt werde, oder ob sie in der Membran selbst liege, hat sich keiner der Autoren beschäftigt. Ich fasse sie als ein Hängenbleiben der bis zum äussern Rande der Hörzähne reichenden Kittsubstanz auf, die hier, wie es scheint, etwas verdickt ist (vgl. die Grenzlinie in Fig. 1). Erhält man nämlich die netzförmigen Auflagerungen, so wie in Fig. 1, bis an jene Linie heranreichend, so kann man hier eine Verdickung derselben beobachten, die eben nichts anderes wie diese Linie ist. Reisst das übrige Netzwerk nun beim Trennen der innern Zone von dem Labium vestibulare nicht mit ab, so hat man dann nur die äussere Grenzlinie der Kittsubstanz vor sich, die, ebensowenig wie jene, der Membran selbst angehört. Dass die Linie thatsächlich so, und nicht etwa als ein Abdruck der Huschkeschen Zähne, gedeutet werden muss, habe ich an einem Präparate vom Menschen erkannt, wo diese Linie den seitlichen Rand der Cortischen Membran etwas überragte.

Über die Richtung der Streifung der zweiten Zone habe ich bereits oben gesprochen.

Bewirkt wird die Streifung durch Fibrillen, die sich leicht durch Zerzupfen in einzelne Fasern isolieren lassen; gut gelingt das, wie Böttcher fand, bei Schnecken, die einige Zeit in

Müllerscher Flüssigkeit, in Alkohol oder Chromsäure gelegen haben; schwieriger ist es schon bei frischen Präparaten. Die Fasern der zweiten Zone sind nach Barth viel selbständigere Gebilde, wie die der ersten. Sie reißen beim Zerzupfen, besonders an den seitlichen Rändern einzelner abgerissener Stücke, leicht los, knicken und biegen sich verschiedentlich, scheinen aber selten durchzureissen. Ist die dritte Zone ganz abgerissen, so sieht der äussere Rand der mittleren Zone wie aufgefrant aus, an vielen Stellen sieht man hier isolierte Fibrillen. Reisst die Zone an einer Stelle ein, so kann man, ähnlich wie in der ersten Zone, fast immer beobachten, dass die Einrisse in der Richtung der Streifung liegen.

Neben den Fibrillen hat schon Hensen, auf die einfache Thatsache hin, „dass sie sich in Fasern spalten lässt“, eine Zwischensubstanz an der zweiten Zone unterschieden. Böttcher zeigte, dass man dieselbe auch sehen kann, und zwar dann, „wenn der äussere Rand der dicken Zone der Art dem Beobachter zugekehrt ist, dass die Fibrillen im Querschnitt erscheinen“. Zwischen den dann punktförmigen Fibrillen zeigt sich hierbei „eine die Masse der Fibrillen etwas überwiegende, viel schwächer lichtbrechende, interfibrilläre Substanz“. Diese Zwischensubstanz ist auch bei Querschnitten der zweiten Zone gut zu sehen.

Ausser der eben beschriebenen Streifung der zweiten Zone befindet sich, wie Barth entdeckte, in diesem Teile der Cortischen Membran noch stets eine zweite, die erstere kreuzende, die merkwürdiger Weise von fast allen Beobachtern übersehen worden ist; nur Hensen deutet sie in seiner Zeichnung der Membran an, ohne jedoch im Text näher darauf einzugehen. Auch Henle hat sie gesehen, wenn er sagt: „die mittlere Zone der Membran besteht aus mehreren Schichten feiner Fasern, welche in jeder Schichte einander parallel, in den verschiedenen Schichten unter sehr spitzen Winkeln gekreuzt verlaufen“. In

den meisten Fällen ist die Kreuzung eine sehr spitzwinklige doch habe ich auch Präparate gesehen, wo der Winkel beinahe einen rechten betrug; es hatte die zweite Zone fast ein kariertes Aussehen. Die Kreuzung liegt nicht in einer Schicht, sondern gehört verschiedenen Schichten an, doch lässt sich bei der geringen Dicke der Membran niemals eine Schicht so einstellen, dass die andere dabei verschwindet. Hat man es nun hier wirklich mit einer Kreuzung zu thun? Nach Barth ist sie nur durch die Perspektive bedingt. Verlaufen die die zweite Zone begrenzenden Flächen nicht parallel, sondern zeigen sie, wie man sich an allen Querschnitten leicht überzeugen kann, einen mehr nach oben und unten ausgebogenen Verlauf, und denkt man sich nun eine Faserschicht auf der Oberfläche der Membran, die andere auf der Unterfläche, so ist es klar, dass es sich selten treffen wird, dass beide Schichten sich so decken, dass ihr Faserverlauf absolut parallel erscheint. Einen Belag der oberen und unteren Seite mit Fibrillen habe ich in verschiedenen Schrägschnitten der Kaninchenschnecke gesehen; auch Fig. 2 und 10 gibt ein derartiges Bild; man sieht zwei Fibrillenschichten (m^1 und m^2), von denen in der Photographie natürlich nur eine (m^1) scharf erscheint.

Was liegt nun aber zwischen den Fibrillenschichten?

Barth gelang es einmal, ein Präparat zu erhalten, in dem Folgendes zu erkennen war: An der nicht gehärteten, mit Methylblau gefärbten und in Glycerin zerzupften Corti'schen Membran einer ca. 40jährigen Frau fanden sich an einer Stelle der mittleren Zone die Fibrillen teils auseinander gerissen, teils losgelöst. Dazwischen sah man aber kein Loch in der Membran, sondern eine gleichmässige Färbung.

Ähnliche Präparate habe ich auch gesehen. Es scheint sich daher eine homogene Schicht, jedenfalls eine Fortsetzung der zwischen den Fibrillen befindlichen Kittsubstanz, in der Mitte der Zone zu befinden. Auch an den oben erwähnten

Schrägschnitten ist der zwischen den Fibrillenlagen befindliche Raum gleichmässig matt gefärbt.

Und doch ist es fraglich, ob dieses Verhalten als das normale betrachtet werden darf. An zahlreichen Querschnitten, die von in sehr verschiedener Weise präparierten Schnecken stammen, ist auch dieser Raum von zahllosen Fibrillen erfüllt, so dass man hier vor einem ungelösten Problem steht. Was ist hier Kunstprodukt? Der homogene Raum oder die Fibrillenquerschnitte? Böttcher machte früher darauf aufmerksam, dass die Fibrillen gelegentlich bei der Anwendung von Salzsäure verschwinden. Aber diese Membranen waren zum Teil nicht mit Salzsäure behandelt worden, und ausserdem wäre es auch sehr merkwürdig, dass nur die innern, nicht aber die äussern Fibrillen diesem Prozess des Verschwindens anheimfallen sollen. Dieser Punkt bedarf noch einer weitern Beobachtung.

Auf der Unterfläche der zweiten Zone wurde zuerst von Hensen ein eigentümliches Gebilde in Form einer Linie beschrieben, die durch einzelne Höcker hervorgerufen sein sollte und von Hensen mit den innern Stäbchenzellen in Verbindung gebracht wurde. Retzius und Schwalbe beschreiben diese Hensensche Linie als einen hellen, glänzenden Strang, der an der Unterseite der Membran hinzieht, und sprechen ihn als eine hyaline Verdickung der zweiten Zone an.

Einen Streifen habe ich nur beim Menschen sehen können; Fig. 1 zeigt ihn als ein in der Mitte der zweiten Zone verlaufendes, ziemlich breites, dunkles Band, mit bald scharfen, bald verschwommenen Rändern (Fig. 1h). Höcker sind nicht vorhanden, wie solche Retzius in seinen Zeichnungen abbildet. Solche Präparate habe ich noch nicht gesehen.

In einem Präparate von einem zweimonatlichem Kinde, dessen Schnecke fünf Stunden post mortem in Müllersche Flüssigkeit gelegt wurde, in der sie acht Tage verblieb, um dann auf zwei

Tage mit $\frac{1}{4}\%$ Osmiumsäure behandelt zu werden, hatte der Streifen ein etwas anderes Aussehen. Zunächst war sein innerer Rand ziemlich scharf gegen die Membran abgegrenzt und zeigte an einigen Stellen segmentartige Ausbuchtungen nach aussen, ähnlich wie sie Retzius auf dem äussern Rand des Streifens bei der Katze darstellt. Äusserst unregelmässig war dagegen der äussere Rand, der vielfach durchbrochen, das Bild eines Netzwerks in Rudimenten hatte. Manchmal setzen sich ein bis zwei Maschenräume an, oft waren auch nur nach aussen abgehende Fasern vorhanden. Das ganze Gebilde lag über der Streifung und zeigte im allgemeinen eine gleichmässig dunkle Färbung, welche viel dunkler als die der zweiten Zone war. Es hatte in diesem Präparate den Anschein, als ob man hier ein der Unterfläche auflagerndes Gebilde vor sich habe, indem der Streifen an einzelnen Stellen auf der zweiten Zone gänzlich fehlte. Weiterhin fand sich in demselben ein Einriss. Bemerkenswert war, dass die Streifung unter dem fast genau radial verlaufenden, mit graden, scharf abgeschnittenen Rändern versehenen Risse intakt durchzog.

In gehärteten Cortischen Membranen von Kaninchen, Hunden und Katzen ist ein Streifen nicht vorhanden; dagegen habe ich fast immer eine an der Unterfläche der Membran verlaufende Linie gefunden, die unter etwas eigentümlichen Verhältnissen auftritt. Zunächst liegt sie mit der Trennungslinie zwischen erster und zweiter Zone in einer Ebene; denn beide erscheinen bei einer bestimmten Einstellung gleichzeitig unter dem Mikroskop. Bei dieser Einstellung erscheint die zweite Zone in zwei ungleich grosse und ungleich gefärbte Abschnitte geteilt. Der innere, breite Teil ist viel dunkler und wird von jenen zwei Linien scharf begrenzt, die äussere, etwas schmalere Parthie ist blasser und wird nach dem äusseren Rande zu etwas verschwommen. Die Färbung des innern Abschnittes ist eine vollkommen gleichmässige, die des äussern lässt nach dem

äussern Rande allmählich an Kraft nach. Diese Unterschiede in der Helligkeit hat Retzius bei der Katze in der Abbildung zum Teil angedeutet, doch erwähnt er sie nicht im Text. Bemerkenswert ist nun folgendes Verhalten: Die Unterschiede verschwinden sofort, wenn man mit dem Deckgläschen einen gewissen Druck auf die Membran ausübt; man hat dann die gleichmässige Färbung der zweiten Zone vor sich, wie man sie bei nichtgehärteten Membranen immer sieht; jene Linie ist dann oft auch verschwunden; doch nicht immer.

Beim Kaninchen habe ich stets nur diese eine Linie gesehen; bei Katzen dagegen fast immer deren drei. Auch beim Hunde scheinen drei Linien vorhanden zu sein, doch habe ich zu wenig Präparate vom Hunde untersucht, um darüber ein Urteil fällen zu können.

In Fig. 13, die von einer Katze stammt, finden sich diese drei Linien. Gerade und von ununterbrochenem Verlaufe ist nur die mittlere (h), die jener obenerwähnten Linie entspricht und auch hier die zweite Zone in ganz ähnlicher Weise wie oben teilt. Sehr unregelmässig ist die äussere Linie h^1 , die sich ziemlich dicht an die mittlere hält und trotz ihrer zahlreichen Ausbiegungen nach aussen, auf deren Kuppen nach aussen abgehende Linien vorhanden sind, ungefähr in derselben Entfernung von ihr verläuft. Die dritte, innerste Linie h^2 ist sehr unbeständig und nicht überall im Präparat vorhanden; sie verläuft ziemlich unregelmässig, aber doch der mittleren annähernd parallel, indem sie sich etwa in der zwei- bis dreifachen Entfernung der beiden äussern Linien hält. Auch in Fig. 13 ist die Trennungslinie gr zwischen erster und zweiter Zone sehr deutlich; alle vier Linien liegen also in einer Ebene, d. h. sie gehören einer Fläche der Membran an, und zwar der unteren. Wo die Membran umgeschlagen war, sah man nun in der Fortsetzung jener Linie keine Verdickungen und keine Höcker, sondern zwei Einkerbungen. Und zwar entsprach die äussere Ein-

kerbung den beiden äusseren Linien h und h^1 , die zweite der innern. Aus dem äussern Einschnitt ragte eine kleine Faser, wie eine Borste heraus.

Jene beiden äussern Linien täuschen leicht das Vorhandensein eines Streifens vor; die hellere Färbung, die in der zweiten Zone mit der mittleren Linie einsetzt, sowohl wie der Umstand, dass die äusserste unregelmässige Linie in manchen Präparaten einen ununterbrochenen Verlauf und nur wenige oder keine abgehenden Fasern aufweist, geben leicht zu einer derartigen Anschauung Veranlassung. Bei näherer Betrachtung erkennt man jedoch, dass die hier beginnende, hellere Färbung in der Membran gelegen ist und nichts mit jenen beiden Linien zu thun hat, wie das in Fig. 13 deutlich zu sehen ist. Die Zahl der von der äussersten Linie abgehenden Fasern ist in einzelnen Fällen eine recht grosse; hierbei zeigen sie dann oft eine annähernd parallele Anordnung, deren Richtung in einem Falle ungefähr mit der des Löwenberg'schen Netzes übereinstimmte.

Sehr eigenthümlich ist die innerste Linie h^2 in Fig. 13. In anderen Präparaten, die von der Katze stammten, hatte sie grosse Ähnlichkeit mit der Trennungslinie zwischen erster und zweiter Zone und liess sich ähnlich wie diese durch das ganze vorliegende Stück der Membran hindurch verfolgen. Wie aus der Umschlagstelle hervorgeht, scheint es sich hier um eine der Unterfläche der zweiten Zone angehörige Furche zu handeln. Hie und da schien es auch, als ob einzelne Fasern, ähnlich wie von der äussern Linie, von ihr abgingen.

In betreff des Zwischenraums zwischen den beiden innern Linien h und h^2 habe ich bei einigen wenigen Präparaten die Beobachtung gemacht, dass hier die Färbung etwas dunkler war, als in der übrigen Parthie der zweiten Zone. In dem Falle hatte der Zwischenraum grosse Ähnlichkeit mit dem oben beim Menschen beschriebenen Streifen.

Nicht ganz leicht erscheint die Erklärung des Voranstehen-

den. Jedenfalls kann man nur sicheres über die Unterschiede in der Helligkeit der zweiten Zone sagen, die offenbar nur der optische Ausdruck für gewisse Unterschiede in der Dicke der Membran sind. Besonders dafür spricht das Verhalten derselben bei Anwendung von Druck auf die Membran. Die gleichmässig dunkle innere Parthie wird meiner Ansicht nach dadurch hervorgerufen, dass die die Membran begrenzenden Flächen hier einen annähernd parallelen Verlauf haben. Von jener Linie ab aber wird das Verhältnis ein anderes, es tritt nach dem äusseren Rande zu eine Verringerung des Dickendurchmessers ein, infolgedessen die zweite Zone nach aussen zu immer heller wird. (Der dunkle Streifen b am Rande von Fig. 13 hat eine andere Bedeutung, er liegt nur der Membran auf, und stellt einen Teil des Löwenbergischen Netzes dar.)

Ob jene Linien wirklich Verdickungen der Unterfläche der zweiten Zone sind, ist schwer zu sagen. In Querschnitten habe ich noch keine Verdickung gesehen, wie von den verschiedenen Autoren angegeben wird, wohl aber sehr oft Furchen und Vertiefungen. Betreffs der Linie bei Kaninchen und Hunden und der mittleren Linie bei Katzen möchte ich mich für die Annahme entscheiden, dass sie thatsächlich nur Kunstprodukte sind. Eine Erklärung, wodurch sie hervorgerufen sind, kann ich freilich nicht geben. Am nächsten liegt der Gedanke, sie mit dem Cortischen Organ zusammenzubringen. Doch fehlt zu einer solchen Annahme jeder Beweis.

Anders steht die Sache bei der äusseren Linie in Fig. 13. Diese sendet in einzelnen Fällen zahlreiche Fasern aus, die mehr oder weniger krumm verlaufen und dann plötzlich enden. Schon Böttcher hat an dieser Stelle der Unterfläche der zweiten Zone abgehende Fäden gesehen. Auf die Bedeutung dieser werde ich noch zurückkommen. Die Linie selbst scheint durch die wahrscheinlich in grosser Zahl abgehenden Fäden bedingt zu sein, die, teils umgeschlagen, mit oder gegen die Membran-

richtung verlaufen, teils abgerissen sind und so den Verlauf der Linie unterbrechen.

Beim Menschen haben wir an dieser Stelle jedenfalls ein der Unterfläche angehöriges, spiral verlaufendes Band vor uns, von dem sich nach aussen ein Netzwerk inseriert, und das wahrscheinlich eine der Membran nicht direkt angehörige Bildung darstellt. Barth sieht in diesem Streifen den dem Löwenberg'schen Netzwerk angehörigen Balken (s. unten); doch möchte ich mich mehr für die Annahme entscheiden, dass der Streifen beim Menschen jenen Linien bei der Katze und dem Kaninchen entspricht. Es bedarf diese Frage noch einer weiteren Aufklärung.

Als eine weitere Eigentümlichkeit der zweiten Zone wird das Löwenberg'sche Fadennetz beschrieben. Doch ist es vorteilhafter, es erst bei der dritten Zone zu betrachten, da ich mich denen anschliessen muss, die es mit dieser in Verbindung bringen.

Äussere Zone.

Mit der zweiten Zone lassen manche Autoren die Membran nach aussen zu endigen; so bezeichnen Retzius und Schwalbe als das äussere Ende der Membran einen hellglänzenden Streifen, den sog. Randstreifen, der sich an die Faserzone ansetzt und der nach Retzius in den verschiedenen Windungen bei den einzelnen Tierarten gewisse Unterschiede aufweist. Andere Beobachter dagegen, wie Böttcher, Henle und Kölliker fanden, dass mit jenem Randsaum die Membran noch nicht nach aussen abschliesst, sondern, dass man nicht selten Fortsätze, zuweilen auch Teile eines Netzwerks bis zu mehreren Maschenreihen daran beobachtet und unterschieden demgemäss eine dritte Zone an der Cortischen Membran.

Was zunächst den Übergang zwischen zweiter und dritter Zone anbetrifft, so besteht hier nach Böttcher eine scharfe Grenze; nach Henle enden die Fasern der zweiten Zone in

einer Reihe. Doch ist nach Barth die Grenze keine so ausgesprochene. Die Fasern der mittleren Zone biegen sich im äusseren Viertel, wie ich das bereits oben erwähnte, etwas mehr nach aussen oben, so dass sie mehr tangential verlaufen und enden dann, sich etwas zuspitzend, die einen früher, die andern später, in dem Randstreifen, den man als den innersten Teil der dritten Zone betrachten kann. Er erscheint als ein vollkommen homogenes, sich nur wenig färbendes Band, das bei ein und demselben Individuum verschieden aussehen kann. In manchen Präparaten ist nämlich nur ein etwas wellig verlaufender Strich am Rande der zweiten Zone vorhanden, der nicht hell, sondern ziemlich dunkel ist und wenn er nicht scharf eingestellt ist, einen hellen, von zwei dunkeln Linien begrenzten Streifen darstellt. Bis zur maximalen Breitenausdehnung kann er die verschiedensten Breiten einnehmen, dabei in Bezug auf Helligkeit die verschiedensten Nuancen darbietend; am hellsten ist er stets, wenn er am breitesten ist; nur dann sieht er bei einer bestimmten Einstellung im Mikroskop in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig deutlich aus. Diese Verschiedenheiten beruhen darauf, dass der Streifen sich hie und da umschlagen kann, man sieht ihn dann zum Teil oder ganz von der Kante aus. Begünstigt wird dies offenbar dadurch, dass die zweite Zone sich nach aussen zu etwas zuspitzt. Ein derartiges Zuspitzen der zweiten Zone habe ich schon bei der Hensenschen Linie wahrscheinlich gemacht; es lässt sich aber auch aus der Biegung der Streifung nach aussen oben folgern, die nur durch Perspektive hervorgerufen wird.

Sehr fest kann dieser Streifen, der nach Barth in manchen Präparaten eine Fortsetzung jener mittleren homogenen Schicht der zweiten Zone zu sein scheint, mit dem mittleren Teil der Cortischen Membran nicht in Verbindung stehen, da er sehr leicht losreisst; bei Zupfpräparaten, sowohl in frischen, wie in gehärteten besteht die Membran oft nur aus erster und zweiter

Zone, und nur der aufgefranzte Rand der zweiten Zone lässt erkennen, dass die Membran hier noch nicht endigt.

Ich habe den Randstreifen bei den verschiedenen Tierarten nur in oben beschriebener Weise gesehen; immer erschien er als ein homogenes, blasses Band. Auf die davon abweichenden Angaben von Retzius werde ich beim Löwenbergischen Fadennetz zurückkommen.

Ein sehr verschiedenes Verhalten bietet der äussere Rand des Streifens; oft sieht er ganz glatt aus; in andern Fällen setzen sich Fäden an ihn an (vgl. Fig. 1), die sich gelegentlich verbinden und so das Rudiment eines Netzwerks bilden. Ausser Fig. 1 habe ich nur relativ wenig derartige Präparate gesehen; in den meisten Membrannen, die ich untersuchte, erhielt ich selbst nicht den Randstreifen und doch war die Membran nicht aufgefranzt und machte am Rande den Eindruck des Unversehrten. Es war das stets der Fall, sobald das Löwenbergische Fadennetz der Membran auflag (vgl. den äussern Rand von Fig. 3, 6, 11, 13, 14, 16 und 17).

Ich will im folgenden versuchen, den Nachweis zu führen, dass das Löwenbergische Fasernetz nichts anderes, als die direkte Fortsetzung des Randstreifens ist, dass es bloss zufällig auf der zweiten Zone liegt und damit die dritte Zone repräsentiert.

Auf der Oberfläche der zweiten Zone beschrieb Löwenberg 1864 ein eigentümliches Gebilde, das sich im Flächenbilde als ein Netzwerk, in Querschnitten aber als ein der Membran aufliegendes Häutchen darstellte, das an einzelnen Stellen verdickt war. Mit dem äusseren Ende der zweiten Zone vereinigte sich das Häutchen zu einem Kanal, in dem Löwenberg ein Blutgefäss zu erkennen glaubte. Letztere Beobachtung hatte Kölliker bereits 1859 gemacht. Löwenberg nahm die Oberfläche der zweiten Zone als die natürliche Lage dieses Häutchens an, ebenso Hensen und später auch Retzius. Andere Autoren erwähnen

das Netzwerk überhaupt nicht. Böttcher scheint es, seinen Abbildungen nach zu urteilen, nur teilweise gesehen zu haben.

Was zunächst die äussere Gestaltung jenes Fadennetzes angeht, so habe ich bis jetzt noch keine Abbildung gesehen, die den mikroskopischen Aufbau desselben vollständig richtig angibt. Retzius hat dieses Netzwerk sicherlich so wie es Fig. 3 angibt, vor sich gehabt, doch hat er jenen hellern und jenen dunklern Randstreifen nicht richtig gedeutet und einer andern Annahme zu Liebe gezeichnet. Am leichtesten lässt es sich bei Kaninchen und Katzen darstellen, besonders wenn die Schnecke kurze Zeit in Osmiumsäure gelegen hat; auch beim Hunde habe ich es vollständig gesehen, teilweise beim Fuchs. Beim Menschen habe ich es nicht nachweisen können; doch glaube ich, dass es auch hier vorhanden ist.

Ich bespreche zuerst das Löwenbergsche Fadennetz des Kaninchens, da ich dieses am eingehendsten habe untersuchen können. An gut erhaltenen Präparaten lassen sich drei Teile an ihm unterscheiden (vgl. Fig. 3 und 6 [l, b und r]). Am weitesten nach innen befindet sich das Netzwerk l, das bereits Löwenberg gesehen hat. Löwenberg lässt es auf der Grenze zwischen erstem und zweiten Drittel der zweiten Zone beginnen. Nach Hensen geht es bis an die erste Zone und selbst noch auf diese hinauf. Im allgemeinen habe ich die innere Grenze sehr veränderlich gefunden. In Fig. 3 geht es weit auf die erste Zone hinauf, in andern Fällen begann es erst in der Mitte der zweiten Zone sichtbar zu werden. Die Zeichnung des Netzwerks ist im allgemeinen von Retzius richtig angegeben; man erkennt eine Anzahl dickerer und dünnerer Fäden, die ganz ungleichmässige, meist rundliche Maschen umschliessen. Eine gewisse Regelmässigkeit liegt darin, dass die dickeren Fäden das Netzwerk ganz durchsetzen und weiterhin noch unter sich annähernd parallel sind, so dass eine Art Streifung erscheint, deren Richtung

mit der Streifung der zweiten Zone ungefähr einen rechten Winkel bildet. In Fig. 8 ist das Netzwerk isoliert, hier sind die dicken Streifen verdoppelt; es liegen immer je zwei Streifen ziemlich nahe aneinander, dann kommt ein grösserer Zwischenraum, der mit einem Netzwerk ausgefüllt ist. Andeutungen davon finden sich auch in Fig. 3 und 6. — Nach innen zu werden beim Kaninchen die Fasern etwas dünner und die Maschenräume auch kleiner. Die dicken Fasern bekommen dadurch ein etwas zugespitztes Aussehen. Bei manchen Netzen habe ich dann wieder an der innern Grenze dickere, solidere Fasern auftreten sehen, auch waren die Maschenräume in solchen Fällen wieder grösser; doch war der Verlauf dieser dicken Fäden nicht im Sinne der Richtung des gesamten Netzwerks, vielmehr zogen sie ziemlich parallel mit der Streifung der zweiten Zone. Bei jungen Tieren habe ich ferner eine gewisse Abweichung von dem oben beschriebenen Verhalten der Fasern des Netzes beobachtet, indem der Unterschied zwischen dünnen und dicken kein so sehr ausgesprochener war. Vielleicht ist die so starke Verbreiterung der dicken Fasern in Fig. 8 als ein Kunstprodukt zu betrachten.

Ob die Maschen leer sind, ist fraglich; es scheint in der That die Löwenbergsche Beobachtung, dass wir hier ein feines Häutchen vor uns haben, richtig gewesen zu sein. An Flächenpräparaten lässt sich diese Frage sehr schwer entscheiden, selbst wenn das Netzwerk isoliert ist, da sich die Fasern nur schwach färben; doch sieht es aus, als ob in Fig. 8 die Maschenräume nicht leer wären. In Querschnitten dagegen habe ich beobachtet, wie dies schon Löwenberg anführt, dass die Punkte — die Querschnitte der Fasern — durch eine feine Linie miteinander verbunden sind.

Nach aussen hin geht das Löwenbergsche Fadennetz in den zweiten Teil, in einen eigentümlichen dunklen Balken über (vgl. Fig. 3 und 6b). Retzius hält ihn beim Kaninchen für

den Randstreifen der zweiten Zone. Doch lässt sich bei verschiedener Einstellung nachweisen, dass sich das Netzwerk durch den Balken fortsetzt, der nicht hell, wie ihn Retzius zeichnet, sondern ziemlich dunkel aussieht. Gegenüber den Fasern des Netzwerks färbt er sich sehr intensiv; jener Randstreifen färbt sich dagegen nur sehr wenig. Ferner ist die Grenze gegen das Netzwerk keine sonderlich scharfe, an einzelnen Stellen buchten sich die Maschenräume in den Balken vor, so dass segmentartige Ausschnitte in ihm entstehen. In Fig. 8, die den isolierten Balken (b) des Kaninchens mit einem Teil des eigentlichen Löwenbergischen Netzes (l) wiedergibt, ist die mittlere Partie von b von einem dunklen Band durchzogen, das mässig scharf begrenzt und überall ungefähr gleich breit ist. Der übrige Teil ist nur wenig dunkler als das Fadennetz; in Fig. 3 hebt er sich gegen die zweite Zone nicht ab und ist daher nicht gut zu sehen. Durch den ganzen Balken verlaufen, ihn durchquerend, vereinzelt Fasern, die die direkte Fortsetzung der dünneren Fäden des Löwenbergischen Netzes sind; bei ihrem Durchgang durch die mittlere Partie des Balkens zeigen sie eine eichte Ausbiegung, die ich darauf schieben möchte, dass jenes mittlere Band eine Verdickung des ganzen Balkens darstellt. Die Ausbiegung würde dann durch die Perspektive hervorgehoben. Hie und da findet man auch eine Andeutung von längsverlaufenden Fasern; in Fig. 8 ist wenig davon zu sehen.

Auf den Balken folgt nun nach aussen der dritte Teil des Löwenbergischen Netzes (Fig. 3 und 6r), der wieder ein Netzwerk ist. Retzius hält dieses Netzwerk bei der Katze, für den durchbrochenen Randstreifen, beim Kaninchen führt er es überhaupt nicht an, in der Abbildung zeichnet er nach aussen zu von dem Balken nur die Streifung der zweiten Zone weiter, ohne ein Netzwerk dabei. Doch ist auch beim Kaninchen, falls der Balken nicht, was man häufig findet, mit dem äusseren Rande der zweiten Zone abschliesst, stets ein nach aussen sich an-

setzendes Netzwerk vorhanden. Das Aussehen desselben ist beim Kaninchen ein charakteristisches. In Fig. 6r ziehen an einzelnen Stellen dunklere, ziemlich breit beginnende Streifen von konischer Gestalt von jenem Balken nach aussen. Bei verschiedener Einstellung erkennt man, dass in diesen, ziemlich unregelmässige Fasern nach dem Rande zu verlaufen, die vom Maschenwerk auf dem Balken ihren Ursprung nehmen und Verbindungen unter sich eingehen. In Fig. 8 ist das nur angedeutet, da zuviel fehlt. Zwischen den dunkleren Streifen sind in Fig. 3 weitere Fasern vorhanden, die aber bedeutend dünner sind und ebenfalls Verbindungen untereinander eingehen. An den dunklen Keilen ist fast überall die Randlinie, mit der Netzwerk und Membran nach aussen abschliessen, etwas nach aussen ausgebogen, so dass der wellige Verlauf derselben eigentlich nur dadurch hervorgerufen wird. In jede Ausbiegung hinein begibt sich eine dunklere, dickere Faser, die oft, kurz vor der Randlinie angekommen, umbiegt und ein Stück mit ihr parallel verläuft. Dann verschwindet sie, ohne mit der Randlinie in Verbindung getreten zu sein. Eine weitere Eigentümlichkeit bietet die Randlinie in Fig. 3, die nach innen zu von einem hellen Streifen begrenzt ist. Von diesem gehen weitere, hellere Streifen — Fasern, die nicht scharf eingestellt sind — nach innen zu ab und lassen sich teilweise bis in den Balken verfolgen. Fast alle die Streifen zeigen sich nun an einer Seite von einer dunklen Linie begrenzt, welche sich in die Randlinie fortsetzt und so jenen hellern Streifen durchkreuzt. Die Begrenzungslinie der andern Seite der Streifen hört dagegen schon vor demselben auf, wie schon Barth beobachtete.

Auch bei der Katze habe ich die soeben besprochenen drei Teile des Löwenbergischen Fadennetzes nachweisen können. Schwierig ist der erste Teil, das eigentliche Fadennetz (Fig. 11l) zu sehen. Retzius hat ihn nur teilweise gesehen. Die Schwierigkeit liegt hauptsächlich darin, dass die zweite Zone bei der

Katze sehr viel dicker und deshalb lichtundurchlässiger ist, wie beim Kaninchen, so dass man das Netzwerk, selbst wenn es in grosser Ausdehnung vorhanden ist, gar nicht sieht. Meistens sind nur einige Maschen in der Gegend des äussern Randes der zweiten Zone sichtbar, die sich schwer nach innen auf die dunkle Partie der zweiten Zone verfolgen lassen. Aber doch setzt sich das Fadennetz oft noch weit auf der zweiten Zone, ja selbst bis an die Grenze zwischen erster und zweiter Zone, fort. Den Nachweis einer derartigen Ausdehnung lieferte mir die Photographie, die die Dunkelheit der zweiten Zone besser durchdringt wie das menschliche Auge. Und so habe ich in verschiedenen Photographieen der zweiten Zone das Löwenbergsche Fadennetz erhalten, in denen ich das Vorhandensein bei der mikroskopischen Untersuchung nicht im entferntesten ahnte. — Fig. 11 stammt von einer jungen Katze; die Schnecke war mit Müllerscher Flüssigkeit und Osmiumsäure behandelt und dann zerzupft worden; die isolierte Membran wurde mit Hämatoxylin gefärbt. Gegenüber dem Fadennetz des Kaninchens ist das der Katze viel schlanker und dünner gebaut (vgl. Fig. 111), weiterhin ist es viel regelmässiger. Die rundlichen, von meist gleich dicken Bälkchen umgebenen Maschenräume sind im allgemeinen von gleicher Grösse, dazwischen finden sich nur zerstreut kleinere. Auch hier lässt sich eine ausgesprochene Richtung in dem Netzwerk nicht verkennen; sie verläuft so wie beim Kaninchen und wird durch einzelne, das Netzwerk in seiner ganzen Länge durchsetzende Fasern hervorgehoben, die nur an wenigen Stellen verdoppelt sind. Eine Fortsetzung nach innen ist in Fig. 11 nur undeutlich, aber doch vorhanden; sie erscheint in einzelnen, nur teilweise durch Querfasern verbundenen Streifen, die in der Richtung des Netzwerks verlaufen und etwa in der Mitte zwischen Hensenscher Linie und Beginn der ersten Zone endigen. Fig. 11 stammt aus der mittleren Windung der Schnecke; nicht ganz so regelmässig

war das Netzwerk in der ersten Windung desselben Tieres; die Maschen waren hier ausserdem auch etwas eckig. Ob man es hier auch mit einem Häutchen, ähnlich wie bei dem Kaninchen, zu thun hat, habe ich noch nicht entscheiden können, da mir eine völlige Isolierung dieser Partie noch nicht gelungen ist.

An das Fadennetz setzt sich auch bei der Katze nach aussen zu ein Balken an, der jedoch in nicht so fester Verbindung mit dem Netzwerk zu stehen scheint, wie es bei dem Kaninchen der Fall ist, wo sich beide ziemlich gut isolieren lassen. Bei dem Versuche, Netzwerk und Balken zu isolieren, stösst man hier auf erhebliche Schwierigkeit; mehr wie einige Fasern des Netzes bleiben gewöhnlich nicht an ihm hängen. In Fig. 15 ist es mir gelungen, einen Teil des Netzwerks mit dem Balken zum Umschlagen zu bringen. — Bei der Katze durchsetzen nun gerade die dicken Fasern, ebenfalls unter leichter Ausbiegung, den Balken; ausserdem sind hier schräg und längs verlaufende Fasern vorhanden, so dass er hier als die direkte Fortsetzung des Löwenbergschen Netzes erscheint; doch werden die Maschenräume kleiner und unregelmässiger. Ein durchziehendes dunkles Band wie beim Kaninchen ist hier nicht vorhanden, vielmehr hat der Balken bei der Katze ein mehr homogenes Aussehen; auch setzt er sich mehr gegen das Netzwerk ab; gut ist das in Fig. 11 zu sehen. Bei der Katze lässt sich dieser zweite Teil des Löwenbergschen Netzes, der Balken, auf grössere Strecken hin leicht isolieren.

Ein etwas anderes Verhalten wie beim Kaninchen zeigt der nun folgende dritte Teil bei der Katze; das sogenannte Randnetz. Hier gehen von der Randlinie mehr oder weniger rechtwinklig verlaufende, meistens parallele Fasern aus, von denen in einzelnen Präparaten sich je zwei zu einer etwas dickeren, etwa in der Mitte zwischen Randlinie und äusserem Balkenrand vereinigen. Die dickeren Fasern verlaufen ziemlich gerade und unter sich parallel und hören, am äussern Rand des Balkens

angekommen, plötzlich auf. Dies Netzwerk scheint Böttcher zum Teil gesehen zu haben, doch sind seine Abbildungen etwas zu schematisch. — In andern Fällen war dagegen das Netzwerk unregelmässig; doch war stets eine Andeutung obigen Verhaltens zu erkennen. In Fig. 11 ist überhaupt kein Netzwerk am Aussenrande vorhanden; es schliesst die Membran mit dem Balken aussen ab. Ein höchst merkwürdiges Bild bot der äussere Rand der zweiten Zone in einem andern Falle. Man sah hier lauter kleine, etwas schief nach einer Seite gerichtete Spitzen von beinahe gleicher Grösse hervorragen, so dass der äussere Rand den Eindruck einer Sägefläche machte. Bei stärkerer Vergrösserung bogen die Spitzen alle nach unten um; es sah aus, als ob sie mit Widerhaken versehen wären. Nach innen zu setzte sich jede Spitze in eine im Sinne der Streifung der zweiten Zone verlaufende Faser fort, die in einem dunkeln Band — dem Balken — endigte. Die Fasern verliefen ungefähr parallel, die Partie erhielt dadurch ein geripptes Aussehen. Retzius fasst sowohl das oben beschriebene Netzwerk wie diesen gerippten Rand bei der Katze als den Randstreifen auf, der in den einzelnen Windungen verschiedene Modifikationen aufweist. Doch sieht der Randstreifen bei der Katze ganz anders aus; ich habe das schon oben besprochen.

Grosse Ähnlichkeit mit dem Löwenbergischen Netze der Katze zeigt das des Hundes; hauptsächlich gilt das für die beiden ersten Teile (Fig. 161 und b). Betreffs des Fadennetzes haben wir auch hier im allgemeinen gleich grosse Maschenräume und gleich dicke Bälkchen; weiterhin verläuft ein Teil der Bälkchen durch das ganze Netz, so dass auch beim Hund eine Richtung des ganzen Netzes unverkennbar ist. Doch scheint sie nicht so deutlich ausgesprochen zu sein wie beim Kaninchen und bei der Katze. Ausserdem ist in Fig. 16 das Netzwerk 1 sehr dünn, so dass es bei Isoliersuchen fast stets abreisst und auf der zweiten Zone liegen bleibt. Der Balken

(Fig. 16b) ist ähnlich wie bei der Katze auf beiden Seiten scharf begrenzt; auch zeigen die ihn begrenzenden Linien einen im wesentlichen parallelen Verlauf. Das Verhalten der ihn durchsetzenden Fasern des Löwenbergischen Netzes ist dasselbe wie bei der Katze. Etwas verschieden indessen ist das Aussehen des dritten Teiles des Löwenbergischen Netzes, des Randnetzes (Fig. 16r). In Fig. 16 schliesst der äussere Rand mit einer welligen, nur an einzelnen Stellen markierten Linie ab. Innerhalb des von Randlinie und äusserer Begrenzungslinie des Balkens gebildeten Raumes, dessen Helligkeit ungefähr die gleiche Intensität besitzt wie die Gegend nach innen vom Balken, finden sich nur Andeutungen eines beide Linien verbindenden, sehr feinen und unregelmässigen Netzes. Bei anderer Einstellung jedoch und besonders bei stärkerer Vergrösserung lässt sich erkennen, dass es sich fast überall findet. Seine Fasern enden in der Randlinie, wo diese vorhanden ist; im andern Falle biegen sie, am Rande angekommen, hakenförmig um. Überhaupt ist die in Fig. 16 erkennbare Wellenlinie der Randlinie gerade durch dieses Umbiegen bedingt. Nur an einigen Stellen fehlt es; hier aber bildet der Balken den äussern Rand der Membran, ähnlich wie in Fig. 11 bei der Katze.

Das Löwenbergische Fadennetz des Hundes hat bereits Barth gesehen; doch nicht im Flächenbilde, sondern in einem Querschnitt durch die Schnecke, der die Membran etwas schräg getroffen hatte. Auch in diesen Präparaten, die ich auf diese ihre Identität mit dem Löwenbergischen Netz untersucht habe, lag das Netz in seinen drei Teilen der zweiten Zone auf. Sowohl die eigentümliche Regelmässigkeit des Fadennetzes, wie sie oben bei Kaninchen und Katze geschildert wurden, wie ganz besonders das charakteristische Aussehen des Balkens machten das ganz sicher.

Von einigem Interesse für dieses eigentümliche Gebilde ist Fig. 18, die photographische Nachbildung einer Cortischen

Membran eines Fuchses. Hier fehlt das eigentliche Löwenbergsche Netzwerk vollständig; dagegen sind Balken und Randnetz gut erhalten. Der Balken b ragt etwas über den seitlichen Rand vor. Er besteht hier im allgemeinen aus einem zwei- bis dreireihigen, langgestreckten Maschenwerk mit ziemlich dünnen Fäden. Da wo er überragt, sind die Maschenräume mit einer homogenen dunklen Masse ausgefüllt, so dass man auch hier einen soliden Strang vor sich hat. Ziemlich scharf begrenzt ist die äussere Contourlinie des Balkens, etwas weniger die innere; an letzterer sind bei stärkerer Vergrösserung einzelne abgehende Fasern sichtbar — jedenfalls Reste des eigentlichen Fadennetzes. In demselben Präparat fand sich der Balken auf eine grössere Strecke hin vollständig isoliert. — Neben dem ziemlich dunklen Balken erscheint die äussere Partie r, ähnlich wie beim Hund, nur sehr matt. Von der Aussenlinie des Balkens geht hier ein zwei- bis dreimaschiges, ziemlich unregelmässiges Netzwerk mit dünnen Fasern und hauptsächlich langgestrecktem Verlauf aus, das, wie man bei stärkerer Vergrösserung erkennt, treppenförmig nach aussen abfällt. Nach aussen zu schliesst die Membran mit einer nicht besonders markierten Linie ziemlich scharf ab, die äusserst unregelmässig verläuft; irgend welche Beziehungen dieser Unregelmässigkeiten mit dem Netzwerk lassen sich bei der Linie nicht nachweisen; die Fasern enden bald da und bald dort.

Aus dem Vorhergehenden sehen wir, dass wir bei drei verschiedenen Tierklassen, auf der Oberfläche der zweiten Zone ein, scharf in drei Teile gesondertes Gebilde finden, dessen innerster Teil bereits von Löwenberg und andern gesehen worden ist. Dieser Teil zeigt sich uns als ein sehr feines, dünnes, in gewisser Weise regelmässiges Flechtwerk, dessen Begrenzung nach innen keine ganz feste ist. Wie weit man zur Annahme berechtigt ist, es als ein feines Häutchen mit leistenförmigen Verdickungen zu betrachten, müssen weitere Untersuchungen lehren.

In den zweiten Teil des Netzes, in den sog. Balken, geht dieser erste Teil in der Weise über, dass sich das Netzwerk direkt, allerdings in etwas modifizierter Weise, fortsetzt. Der Balken selbst ist als ein fester, kompakter Strang zu betrachten, dessen Begrenzungen nach innen und aussen nicht überall gleich scharf ausgesprochen zu sein scheinen. Der dritte Teil schliesslich, das Randnetz, ist ein sehr zerreissliches Gebilde, das ich noch nicht habe isolieren können. In der Beurteilung des auf der zweiten Zone liegenden Randnetzes sind zwei Umstände besonders hinderlich, einmal die immer durchscheinende Streifung der zweiten Zone, ferner der Umstand, dass sich die zweite Zone an ihrem äussern Rande, wie oben erwähnt, zuspitzt, und sich so bei stärkerer Vergrösserung niemals alles gleichmässig übersehen lässt. Jedenfalls kann man zur Zeit nur soviel sagen, dass der dritte Teil des Löwenbergischen Netzwerks wieder ein Netz ist, dessen Aussehen sehr vielen Schwankungen unterworfen ist.

In welcher Beziehung steht nun das ganze Löwenbergische Fadennetz zur zweiten Zone? Ganz ohne Verbindung kann es nicht auf ihr liegen; dazu sieht man es zu oft in immer wiederkehrender Form mit ihr verbunden; auch macht die Membran, so bald Randnetz und Balken sich auf ihr befinden, stets den Eindruck des Vollständigen. In irgend einer Weise müssen beide daher miteinander in Verbindung stehen. Gegen eine Fixation der Fläche des Netzwerks oder des Balkens auf der Oberfläche der zweiten Zone spricht die leichte Isolierbarkeit derselben. Die innere Grenze kann auch nicht gut mit der zweiten Zone verbunden sein, dazu ist sie viel zu unbeständig. Es bleibt noch die äussere Grenze, das Randnetz übrig. Dieses schliesst mit einer leicht gewellten Linie ab, bis zu welcher die Streifung der zweiten Zone reicht. Aber auch das Randnetz endigt in dieser Linie. Es liegt der Gedanke nahe, dass die Verbindung beider in jener Linie zu suchen sei. Da sich die

Möglichkeit einer andern Verbindung ausschliessen lässt, so wäre dann das Ganze als eine einmal zusammengefaltete Membran zu betrachten, deren Umschlagsstelle jene Randlinie ist. Schon Böttcher erklärte das Randnetz bei der Katze für umgeschlagen; er ist der einzige, der für eine derartige Anschauung eingetreten ist. Sehen wir, was sich noch für eine solche Annahme beibringen lässt.

Zunächst gibt uns das in situ auf der zweiten Zone befindliche Netzwerk schon einige Hinweise; ich meine damit jene in Fig. 3 und 6 vorhandenen Fasern, deren eigentümliches Verhalten ich oben beschrieben habe, das erst verständlich wird, wenn man annimmt, dass diese Fasern umbiegen und sich in die Tiefe senken. Es ist das eine Erscheinung, die nur durch die Perspektive hervorgerufen wird. Infolge dieses Umbiegens fällt in allen Präparaten der äussere Rand etwas nach aussen ab und erhält dadurch ein keilförmiges, etwas zugespitztes Aussehen; man erkennt das besonders da, wo er etwas eingerissen ist, wie in Fig. 14. Auf der rechten Seite biegt die Risslinie der Unterfläche der zweiten Zone ohne Unterbrechung in die des Netzwerks und des Balkens um; an der höchsten Stelle ist die hier doppelt-contourirte Randlinie sichtbar, die glatt durchgerissen ist.

Dafür, dass das ganze Gebilde nur zufällig der zweiten Zone aufliegt, spricht ferner, dass das Randnetz so verschiedene Bilder aufweist. Bald ist es ganz vorhanden, so dass der äussere Rand eine nur wenig wellige Linie bildet, bald findet sich nur ein Teil desselben; hierbei erscheint dann der Raum zwischen Randlinie und äusserer Begrenzungslinie des Balkens verkürzt; die Randlinie ist dann nicht mehr gerade, sondern wellig; bei der Katze (cf. oben) sah ich in einem Präparat den äusseren Rand wie mit Stacheln besetzt. Schliesslich findet man auch Bilder, wo das Randnetz einfach gar nicht vorhanden ist, und die Membran nach aussen mit dem Balken abschliesst (Fig. 11). Diese drei Formen

treten nicht etwa je nach den einzelnen Windungen der Schnecke auf oder nur bei einzelnen Präparaten, sondern man kann sie fast in jedem etwas grösseren Stück der Membran oft dicht nebeneinander, eine Form in die andere übergehend, beobachten. Liegt das Löwenbergsche Netz der zweiten Zone fest auf, so sollte man doch meinen, dass er hier eine bestimmte Lage einnehmen müsste. Die verschiedenen Bilder werden aber klar, wenn man annimmt, dass das ganze Netzwerk sich beim Umschlagen mehr oder weniger weit der Oberfläche der zweiten Zone aufgelegt hat.

An Querschnitten kann man aber auch direkt ein solches Umliegen erkennen, es sind das die Bilder, die bereits Kölliker und Löwenberg zur Annahme eines Blutgefässes verführt haben. In Flächenpräparaten wird wohl das Randnetz immer durch das Deckgläschen an die zweite Zone angedrückt, so dass kein derartiger Raum mehr da ist; in Querschnitten fällt dagegen dieser Druck hinweg, und es geht die zweite Zone in kreisförmigem Bogen in das auf ihrer Oberfläche befindliche Gebilde über.

Wie ich schon erwähnte, zeigt der Randstreifen in seinem Aussehen mancherlei Varianten, je nachdem man ihn von der Fläche oder von der Kante aus sieht. Jene doppelcontourierte Randlinie, die das Randnetz und die zweite Zone nach aussen abschliesst, kann nur als der Randstreifen gedeutet werden, und zwar einmal aus dem Grunde, weil sich die Streifung der zweiten Zone bis an sie verfolgen lässt; zweitens ist es aber auch möglich, den Randstreifen beim Isolieren des Löwenbergschen Netzes darzustellen, während er vorher scheinbar nicht vorhanden war. Es ist mir dies in Fig. 7 und 15 gelungen. In Fig. 7 (vom Kaninchen) liegt er in seiner ganzen Breitenausdehnung da, in Fig. 15 (Katze) sieht man ihn dagegen von der Kante, er erscheint daher als eine hier doppelcontourierte Linie von etwas welligem Verlauf. In beiden Figuren liegt ein Teil des Balkens und des Randnetzes noch auf der zweiten Zone, während

der andere umgeschlagen ist und neben der Membran liegt. Leider ist in Fig. 15 der direkte Übergang des Netzwerks vom Balken in den Randstreifen nicht sonderlich zu erkennen; es rührt das eben daher, dass der Randstreifen aufgeschlagen ist, und das, was sich noch an ihm ansetzt, in schiefer Ebene nach dem Balken hinunterzieht; es sind infolge dessen nur wenige Fasern angedeutet.

Alles, was sich in Präparaten, wo nur der Randstreifen erhalten ist, an diesem befindet, ist demnach nur das abgerissene Randnetz. Meistens sind immer einzelne, isolierte, oft auf den Randstreifen zurückgeschlagene Fasern vorhanden; oft aber auch noch Rudimente des Netzes; Barth sah in einem Präparat einmal drei Maschenreihen sich nach aussen zu an den Randstreifen ansetzen. Auch Böttcher hat das Randnetz in ziemlich erhaltenen Zustände an dem Randstreifen beobachtet.

In Querschnitten sieht man in der Regel das Randnetz nach oben zurückgeschlagen, oft derart, dass nur einzelne Fasern vorhanden sind; ganz andere Bilder erhält man aber, wenn man Schnitte gewinnt, die ungefähr parallel dem Modiolus verlaufen oder mit dem Radius der Schnecke einen dem Rechten sich nähernden Winkel bilden. Ein solches Präparat stellt Fig. 10 vor. Man sieht hier an das äussere Ende der zweiten Zone sich ein Netzwerk inserieren, das die direkte Fortsetzung der zweiten Zone ist, sich aber nach oben umschlägt.

In dem Sinne, dass die an dem Randstreifen sich ansetzenden Fäden Rudimente des Randnetzes sind, muss auch der Befund am äussern Rande der Cortischen Membran des Menschen gedeutet werden. Hier ist es mir noch nicht gelungen, das Löwenbergsche Fadennetz, das, der Analogie des übrigen Aufbaues der Membran nach zu schliessen, sicherlich hier auch vorhanden ist, aufzufinden. Stets erhält man nicht mehr, als den Randstreifen mit einigen Netzmaschen (vgl. Fig. 1). Die diese bildenden Fäden sind stark lichtbrechend und von sehr

verschiedener Dicke, und umschliessen verschieden grosse Maschenräume. Gegenüber dem Randstreifen erscheinen sie als die direkte Fortsetzung desselben, so dass die Annahme, der Randstreifen erscheine wie durchbrochen, ganz berechtigt ist, auch schliesst beim Menschen niemals die äussere Linie des Randstreifens glatt ab, vielmehr finden sich immer zwischen je zwei abgehenden Fasern Einbiegungen. In einem Präparate der Membran von einem 23jährigen Menschen war der Randstreifen als solcher nicht in der ganzen Ausdehnung am Ende der zweiten Zone vorhanden. Man hatte hier den Eindruck, als ob das Netzwerk an einigen Punkten sich direkt an die zweite Zone anschliesse.

Dafür, dass auch beim Menschen das Netzwerk sich weiter fortsetzt, hat Barth einen Nachweis in dem Präparat Fig. 2 gefunden, das von einem 6jährigen Kinde stammt. Es stellt einen Schrägschnitt aus der Schnecke vor, derart dass die Schnitt-richtung dem Cortischen Organ ungefähr parallel verläuft. Unten sieht man eine Anzahl der äussern Cortischen Pfeiler, ganz oben ist die Membrana Reissneri. Dazwischen befindet sich nun die Cortische Haut mit ihrer zweiten Zone. Von der dem Cortischen Organ zugewandten Seite geht nun ein Maschenwerk ab, das sich nach aussen zu (im Schnitte nach links) fortsetzt und selbst noch da sichtbar ist, wo die Membran schon lange aufgehört hat. Diese Fortsetzung ist ebenfalls ein Netzwerk, von dem natürlich nur einzelne Teile erhalten sind, die aber wegen der Einbettung in Celloidin nicht herausfallen konnten. Es muss demnach auch beim Menschen das Netzwerk eine viel grössere Ausdehnung haben, als es den meisten Präparaten nach scheint, denn an der Stelle, wo in Fig. 2 die letzten Teile des Netzes noch sichtbar sind, hat das Cortische Organ längst aufgehört.

Wenn nun das ganze Löwenbergsche Netz, wie ich in Vorhergehenden gezeigt habe, als die direkte Fortsetzung des

Randstreifens der zweiten Zone betrachtet werden muss, so ist es ohne weiteres klar, dass wir damit die dritte Zone der Cortischen Membran vor uns sehen, da in den Fällen, wo Randnetz und Balken der Membran auflagen, sich auch bei sorgfältigster Untersuchung des Randes der Membran kein Anhaltspunkt dafür finden lässt, dass sich eine anderweitige dritte Zone nach aussen zu ansetzt. Der grösste Beweis für die Identität der dritten Zone mit dem Löwenbergischen Netzwerk liegt in dem Umstand, dass die Membran bei unversehrtem Löwenbergischen Netz (cf. Fig. 3 und 6) am Rande den Eindruck des Vollständigen macht. Hier fehlt nichts mehr.

Böttcher, Henle und Kölliker haben diese dritte Zone nur in Fragmenten vor sich gehabt, in grösserer Ausdehnung hat sie schon Barth gesehen, und zwar als direkte Fortsetzung der zweiten Zone. In Fig. 9 sieht man an der Spitze der zweiten Zone ein Netzwerk sich inserieren, das sich am Lig. spirale in der Gegend des Vas prominens verliert. Das Präparat stammt aus einer Kaninchenschnecke, die gehärtet, in Salzsäure entkalkt und dann in Celloidin eingebettet worden war. Die Schnecke war offenbar vor der Einbettung in der Gegend der mittleren Schneckenwindung etwas gedrückt worden, so dass die Crista spiralis dem Lig. spirale etwas genähert und die Membrana basilaris im Bogen nach unten gedrückt war. Die Cortische Membran war diesmal vom Labium vestibulare abgerissen und hatte sich, von ihrem Lager abgehoben, gegen die Reissnerische Membran gedrängt und diese ebenfalls etwas mit in die Höhe gehoben. Das Cortische Organ ist in diesem Präparate mit der Membrana basilaris auch nach unten gedrängt und auf diese Weise nirgendwo mit dem Membr. tectoria in Verbindung. An die dem Lig. spirale genäherte Spitze der zweiten Zone setzen sich mehrere Fäden, die seitlich abgehende Fasern besitzen. Nach diesem Präparat kann also die natürliche Lage der dritten Zone resp. des Löwenbergischen Fadennetzes nicht

die Oberfläche der zweiten Zone sein, wie Löwenberg, Hensen und Retzius wollen. Ich werde diesen Punkt noch einmal weiter unten berühren.

Da die dritte Zone nun als die direkte Fortsetzung der zweiten angesehen werden muss, ist es von Interesse zu erfahren, wie sich die Richtung der Streifung in beiden Zonen zueinander verhält, wenn beide nicht auf-, sondern nebeneinander liegen. Ich habe gefunden, dass die Richtung der dritten Zone ungefähr die der zweiten fortsetzt. Liegen beide aufeinander, so besteht eine Kreuzung, doch kann man sich leicht durch einen einfachen Versuch davon überzeugen, dass die Kreuzung nur durch das Umschlagen hervorgerufen wird. Zeichnet man auf ein dünnes Stück Papier eine Anzahl schräg verlaufender, aber paralleler Linien und faltet das Papier nun so, das jede Linie halbiert wird und zur Hälfte auf die eine Seite, zur Hälfte auf die andere kommt, so nimmt man eine Kreuzung wahr, die je nach dem Winkel, den die Linien mit der Umschlagskante bilden, verschieden ist. In unserer Membran beträgt er meist annähernd einen rechten.

Zum Schlusse bleibt es mir noch übrig, auf einige scheinbar abweichende Bilder einzugehen. Über einige eigentümliche Formen des Randnetzes habe ich bereits gesprochen, sie sind einfach durch ein verschieden weites Zurückschlagen des Löwenberg'schen Netzes zu erklären. — Die Beobachtung, die einst Kölliker und Böttcher gemacht haben, dass sich an dem Randstreifen gelegentlich längere Fasern vorfinden, lässt sich so deuten, dass sich von jenen dicken Fasern des Löwenberg'schen Netzes einige losgerissen haben und nun als selbständige Gebilde imponieren. Ich habe solche Präparate noch nicht gesehen.

Ich wende mich nun zu der

Lage der Membran

innerhalb des Schneckenkanals. Nach den von mir untersuchten Präparaten schliesse ich mich über diesen Punkt im wesentlichen den Anschauungen Barths an.

Zur Zeit lässt sich über die Lage der Cortischen Membran nur eine annähernde Bestimmung geben. Die innere Zone würde darnach dem Labium vestibulare aufliegen, der Beginn derselben wäre dann in der Nähe des Abgangs der Reissnerschen Membran zu suchen. Die zweite Zone beginnt ohne Grenze in der Gegend der Huschkeschen Zähne, tritt über den Rand der selben hinweg und spannt sich meist in einem etwas nach oben geschweiften Bogen über den Sulcus spiralis internus hinweg; dann senkt sie sich auf das Cortische Organ herab, zieht sehr nahe über demselben hin, um sich dann allmählich, ungefähr an der äusseren Grenze der Haarzellen, zu einem äusserst feinen Netzwerk zu verdünnen, welches als dritte Zone den Claudiuschen Zellen direkt aufliegend, bis zum Lig. spirale reicht.

Das innere Ende der ersten Zone ist zweifellos in der Nähe der Abgangsstelle der Reissnerschen Membran befestigt. Diese Befestigung erscheint hier fester und widerstandsfähiger, als die der äusseren Zone; an Schnitten kann man so gut wie immer beobachten, dass die Membran an ihrer äussern Fixationsstelle abgerissen ist, während ihre innere Zone in der Regel noch mit dem Labium vestibulare in Verbindung steht. Zu dieser Befestigung trägt wohl hauptsächlich die Verdickung des innern Randes der Membran bei, der wohl etwas fester angeheftet sein dürfte, als die übrige Zone. Man kann das daraus schliessen, dass dieser Rand oft zurückbleibt, und dann der innere Rand der Membran wie abgerissen aussieht. Zur Erklärung einer solchen festen Anheftung des innersten Teiles der ersten Zone könnte man an eine Einklemmung zwischen Reissnerscher

Membran und Labium vestibulare denken. Weiterhin wird die Fixation der innern Zone, wenn auch wohl in geringerem Maasse, durch die zwischen ihr und Labium vestibulare befindliche Kittsubstanz bewirkt.

Während die Lage der innern Zone auf dem Labium allgemein anerkannt ist, bestehen über das Verhalten der zweiten Zone grosse Unklarheiten. Es ist das hauptsächlich daraus zu erklären, dass man die Membran nie in annähernd normaler Lage, selbst bei dem vorsichtigsten Präparationsverfahren, zu Gesicht bekommt. Meistens wird die Cortische Membran so gezeichnet, dass ihre zweite Zone bald als kolbige Verdickung, bald in spindelförmiger Gestalt mit zugespitztem Ende, frei über dem Cortischen Organ schwebend, in der Gegend der Hensenschen Stützzellen endigt. So lässt Retzius beim erwachsenen Kaninchen die Membran an einem Durchschnitt nach aussen sehr breit endigen, während alle Abbildungen der übrigen Säugetiere, ja selbst aus der Schnecke vom zehn Tage alten Kaninchen, wo das Cortische Organ so gut wie entwickelt ist, an der gleichen Stelle eine mehr oder weniger zugespitzte Form zeigen. Über diese Verdickung sagt Schwalbe: „Ich kann mir nicht verhehlen, dass mir Zweifel aufgestiegen sind in betreff der Realität der auffallenden Verdickung des freien Teils der Cortischen Membran. Middendorp gibt schon an, dass die Membrana Corti überall eine sehr geringe Dicke besitze. Mir will es nun in der That scheinen, dass die Dickenzunahme der Cortischen Membran in ihrem freien Teile nur eine scheinbare ist, bedingt durch teilweises Umliegen der zarten Membran auf die Fläche.“ Das Retziussche Präparat dürfte wohl am leichtesten so zu erklären sein, dass die Membran von der Fläche aus gesehen ist. Das konnte darum leicht passieren, da Retzius nicht eingebettet hat. Auch Barth spricht sich auf Grund einer grossen Anzahl von Präparaten gegen eine derartige Randverdickung aus. Ich habe bereits oben gezeigt, dass die eigen-

tümlichen Verhältnisse bei der Hensenschen Linie darauf hinweisen, dass die zweite Zone nach aussen hin sich keilförmig zuspitzt. Auch erhält man bei sehr feinen Schnitten thatsächlich keinen verdickten Rand; es zeigt die zweite Zone stets eine spindelförmige Gestalt.

Während Retzius eine Verdickung des Aussenrandes der Cortischen Membran annimmt, findet Hensen eine solche da, wo die zweite Zone beginnt, und zwar soll dieselbe wesentlich die Unterfläche der Zone betreffen. Hensen bringt sie mit seiner Theorie, nach welcher die Membran im Sulcus internus fixiert ist, in Verbindung. Von einem derartigen Aussehen der zweiten Zone finde ich weder bei andern Autoren eine Angabe, noch habe ich selbst etwas derartiges gesehen.

In Querschnitten trifft man die Membran innerhalb des Ductus cochlearis in sehr mannigfaltiger Lagerung an. Höchst selten gelingt es, die zweite Zone der Membran dem Cortischen Organ aufliegend zu finden, was oben als normale Lage angedeutet wurde; in der Regel ist sie von ihm abgehoben, und mit ihr auch die dritte Zone, und schwebt über ihm, oft parallel zur Membrana basilaris verlaufend, so dass die Richtung der ganzen Membran ungefähr die einer geraden Linie ist. Häufig erhebt sich das äussere Ende noch über diese Streckung hinaus, so dass die Membran einen nach oben offenen, stumpfen Winkel bildet. In solchen Fällen ist die Membrana Reissneri, wenn sie sich in der Nähe der Cortischen Membran befunden hat, mit in diese Lageveränderung hineingezogen. Hierbei liegt die Knickung der Membran mit Vorliebe in der Gegend des Überganges zwischen innerer und mittlerer Zone. Auch eine doppelte Biegung kann man nach Barth beobachten, so dass sich die Membran erst im Bogen hebt, um sich dann, kurz daran schliessend, wieder zu senken, so dass eine Form entsteht, die Ähnlichkeit mit einer Maurerkelle hat (cf. Fig. 9). Oft werden die beiden Biegungen sehr scharf ausgesprochen,

so dass sie wie zwei übereinanderliegende Falten erscheinen; ein andermal liegt die zweite Zone über der ersten (vgl. Fig. 19); es erinnert das sehr an das Umgeschlagensein der dritten Zone auf die zweite. In Fig. 19 ist auch letzteres der Fall; es liegt hier dritte Zone (Löwenbergsches Netz) auf zweiter, zweite auf erster. Reisst die Membran bei bestehender Fixation der dritten Zone am innern Rande ab, so kann man auch hier ein analoges Verhalten wahrnehmen, indem die erste Zone sich über die zweite nach oben hin verschiebt (vgl. auch Fig. 9). Man sieht also, dass die einzelnen Teile der Membran bei bestehender Fixation eines Randes eine grosse Neigung zum Umschlagen haben. Die Ursache dieser Erscheinung haben wir nach Barth darin zu suchen, dass in der Membran eine federnde Kraft liegt, welche derselben das Bestreben gibt, sich in ihrem äussern Teile zu erheben, so lange der innere in der normalen Lage fest sitzt. Falls wir nun eine derartig federnde Kraft der Membran annehmen, müssen wir fragen, wodurch ist die Membran in ihrem äussern Teil fixiert; denn ohne eine derartige Fixation kann man sich wohl schlechterdings eine derartige Wirkung nicht denken. Etwas wird ja wohl die sich am Lig. spirale inserierende dritte Zone dazu beitragen, doch weisen verschiedene Umstände darauf hin, dass wir noch eine weitere Verbindung der Membran mit andern Teilen der Schnecke suchen müssen; und hier kann dann nur das Cortische Organ in Frage kommen.

Die Anschauungen über eine äussere Anheftung der Cortischen Membran haben sich im Laufe der Zeit seit der Entdeckung derselben durch Corti vielfach geändert. Im allgemeinen findet man jetzt die Meinung der verschiedenen Autoren dahin gehend, die Membran endige frei über dem Cortischen Organ, und ist man damit zu den Anschauungen Cortis und Reissners zurückgekehrt. Auch Henle und neuerdings auch Retzius und Schwalbe sprechen sich für diese Ansicht aus,

obwohl die beiden letztern auf Grund embryologischer Untersuchungen es nicht in Abrede stellen, dass im embryologischen Leben eine Verbindung zwischen Membrana tectoria und Cortischem Organ besteht. Retzius hat das bei Kaninchen- und Katzenembryonen als ziemlich sicher nachgewiesen. Es wäre ja möglich, dass sich die beim Embryo bestehende Verbindung beider beim Erwachsenen wieder löst. Aber es besteht ohne Zweifel auch bei diesen eine solche. Zu häufig gelingt es, Präparate zu erhalten, an denen Teile des Cortischen Organs, oft nur einzelne Zellen (Deiterssche und Hensensche), oft aber auch das ganze Cortische Organ von der Membrana basilaris mit der Membrana tectoria gegen die Reissnersche Haut hin verschoben sind, in der Weise, dass diese Gebilde vollständig von der Membrana basilaris getrennt sind. Bei diesen Präparaten erhält man auch einen Eindruck davon, wie gross die Kraft sein muss, selbstverständlich im Vergleich zu der Grösse der Teile, welche die Membran in ihrer Lage erhält. Ein derartiges Abreissen deutet darauf hin, dass doch irgendwo eine Verbindung mit dem Cortischen Organ bestehen muss. Nicht so klar erscheint die Beantwortung der Frage, in welcher Weise eine derartige Befestigung am Cortischen Organ stattfindet, und wo diese an letzterem zu suchen ist. Nicht sehr wahrscheinlich ist es, dass die dritte Zone eine Verbindung vermittelt; diese beginnt erst hinter den Deitersschen Zellen; viel näher liegt es, an die Unterfläche der zweiten Zone zu denken, die ja eine Strecke über dem Cortischen Organ entlang zieht, was man auf glücklichen Querschnitten, die von älteren Embryonen stammen, sehen kann. Man könnte nun daran denken, dass die beiden Flächen einfach miteinander verklebt seien, aber viel wahrscheinlicher erscheint es, dass die Verbindung durch Fibrillen vermittelt wird. Es spricht für diese Anschauung der Befund, dass häufig an Präparaten, wo die Cortische Membran sich vom Cortischen Organ abgehoben hat, ohne Zellen mit-

zunehmen, am äussern Teil der mittlern Zone von der untern Fläche einzelne Fasern in unregelmässigen Stellungen abstehen, welche völlig Fibrillen gleichen. In andern Präparaten sieht diese Stelle rauh aus, wie zerrissen. In ähnlicher Weise sieht man auch oft von dem Cortischen Organ, von dem äussern Pfeiler an bis zu den Deitersschen Zellen, einzelne Fasern, wie abgerissen herausstehen. In den Retziusschen Abbildungen ist das auch hie und da angedeutet. Was nun die Verbindungsstelle am Cortischen Organ angeht, so dachte Böttcher zuerst an den Härchenbesatz der äussern Deckzellen; diese Anschauung wurde indessen durch Hensen widerlegt, der nachwies, dass die abstehenden Fibrillen und der Härchenbesatz ganz verschiedene Bildungen sind. Später verlegte dann Böttcher die Anheftungsstelle in die Lamina reticularis; auch Kölliker hat sich für eine solche Ansicht ausgesprochen. Jedenfalls kann man heute noch kein bestimmtes Urteil über die Fixationsstelle am Cortischen Organ fällen. Aber auch die Stelle, von der die Fibrillen von der Membran nach dem Cortischen Organ hinziehen, dürfte sich zur Zeit noch nicht bestimmt angeben lassen; am ehesten scheint mir in der Hensenschen Linie, an der sich ja bei der Katze, wie ich oben zeigte, abgehende Fasern finden, ein Hinweis gegeben zu sein, wo wir an der Cortischen Membran den Fixationspunkt suchen müssen.

Ausser dieser Verbindung wird nun die zweite Zone auch noch durch die dritte Zone fixiert. Es ist klar, dass die beiden Momente der zweiten Zone eine ganz bestimmte Lage vorschreiben, die Barth sehr zutreffend als eine „Zwangslage“ charakterisiert hat. Unter diesen Umständen versteht man, dass, wenn die zweite Zone einmal aus ihrer Stellung befreit ist, ihre Gestalt eine so verschiedene sein kann. Zunächst erhebt sich die zweite Zone, wie ich schon oben bemerkt, in ihrer ganzen Ausdehnung, dann findet aber auch gleichzeitig eine Verschiebung ihrer Teile statt, so dass der äussere Rand mit der dritten Zone

nach oben wandert und oft sogar auf der Oberfläche der ersten Zone wie in Fig. 19 liegen kann.

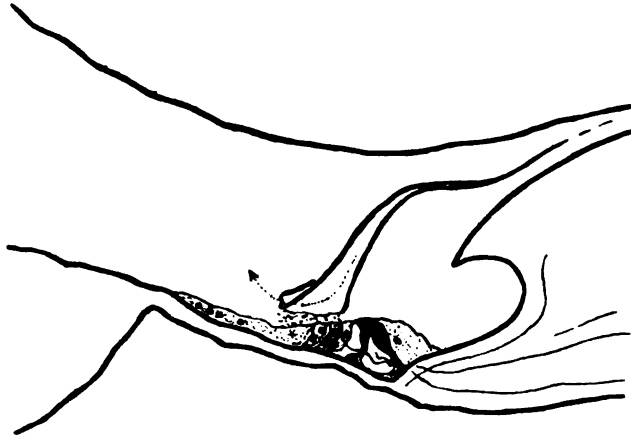


Fig. I.

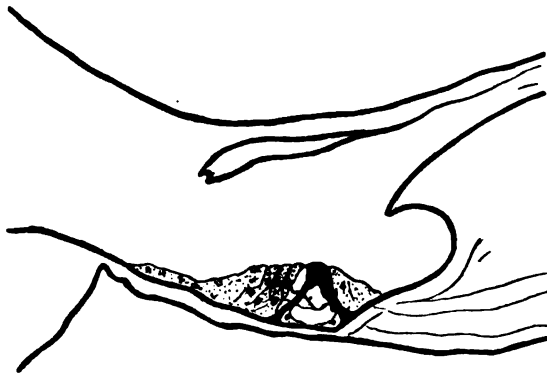


Fig. II.

Einen weiteren, dritten Beitrag zu dieser Zwangslage sieht Barth darin, dass die ganze Membran auch in radiospiraler Richtung gespannt ist. Es geht dies hauptsächlich aus der Beobachtung Böttchers hervor, dass die frische, isolierte Membran sich beträchtlich, ohne zu zerreißen, dehnen lässt.

Auch Barth hat diesen Versuch mit demselben Resultat angestellt. Mir ist bei frischen Präparaten die Isolierung auf grössere Strecken hin noch nicht geglückt; doch habe in Fällen, wo ich die Membran nach Entfernung der äusseren Schneckenwand mit der Nadel zu fassen vermochte, eine gewisse Dehnbarkeit beobachtet. Auch scheint mir noch folgendes sehr für eine radiospirale Spannung zu sprechen. Hat man nach Entfernung der äussern Schneckenwand die Membran an einer Stelle gelöst, so springt sie oft von selbst auf grössere Strecken hin ab; selbst noch dann, wenn die Schnecke einige Zeit bereits in Fixierungsflüssigkeit (Osmiumsäure) gelegen hatte.

Aus alledem geht hervor, dass die *Membrana tectoria* in sehr enger Beziehung zum Cortischen Organ steht, indem die von ersterer ausgeübte Zugrichtung auf letzteres übertragen wird. Nach Barth handelt es sich um eine indirekte Einwirkung auf die Cortischen Pfeiler. So sieht man in Präparaten, wo die Cortische Membran noch mit dem Cortischen Organ in Verbindung geblieben ist (vgl. Fig. I), dass der innere Stützpfeiler gerade gestreckt und nach aussen gezogen ist, der äussere dagegen ziemlich stark S-förmig gekrümmt erscheint und eine mehr senkrechte Stellung einnimmt. Anders wird dieses Verhalten der beiden Pfeiler, sobald sich die Membran vom Cortischen Organ losgelöst hat. Diesen Zustand stellt Fig. II dar. Es streckt sich dann der äussere Pfeiler und der innere richtet sich mehr auf, so dass beide Tunnelpfeiler ein fast gleichschenkliges Dreieck bilden. Auch die sich an die Pfeiler nach aussen zu ansetzenden Zellen beteiligen sich an dieser Aufrichtung. Inwieweit dieses Verhalten der Cortischen Pfeiler auf die thatsächlichen Verhältnisse zu übertragen ist, muss eine weitere Untersuchung zeigen. Jedenfalls erscheint die physiologische Bedeutung sowohl die der Membran als die des Cortischen Organs als eine viel kompliziertere, als man das bisher angenommen hat.

Was schliesslich die Lage der dritten Zone und die Beziehungen zu den benachbarten Teilen betrifft, so ist es eigentümlich, dass wohl von manchen Autoren diese dritte Zone in ziemlicher Vollständigkeit gesehen worden ist, wie z. B. von Böttcher, dass aber daraus keine weiteren Schlüsse gezogen worden sind, die meisten wissen nicht recht, was sie mit der dritten Zone überhaupt anfangen sollen und gehen mit Stillschweigen über diese Frage hinweg. Nur Böttcher spricht an einer Stelle seine Verwunderung darüber aus, welche Bedeutung wohl den Fäden, die man vom Randstreifen am äusseren Ende der zweiten Zone ausgehen sieht, zukomme. Er sagt darüber: „Jene Fäden, an deren Ursprung das Netzwerk zerstört ist, müssen daher ihrer Länge wegen weit über die Membrana reticularis hinausreichen. Und wenn dies der Fall ist, liegen nur zwei Möglichkeiten vor, entweder erstrecken sie sich über die Epithelzellen der Zona pectinata und stellen die zwischen den Claudiuschen Zellen verlaufenden Fasern dar oder man hat in ihnen die durch die Claudiuschen Zellen tretenden Centrifäden, welche sich an die Membrana basilaris haften, vor sich.“ Aber an die Möglichkeit, dass sie noch weiter verlaufen könnten, hat Böttcher nicht gedacht.

Die Anschauung, dass die Cortische Membran an der Schneckenwand am Lig. spirale endige, ist ja eigentlich nicht neu; schon Claudius, Deiters und Löwenberg behaupteten dies; freilich stellten sie sich diese Endigung ganz anders vor; sie unterstellten einfach, dass die ganze Membran, ähnlich wie die Reissnersche Haut, den Ductus cochlearis durchziehe, eine Annahme, die Kölliker früher zur Aufstellung einer besonderen „Scala media“ Veranlassung gab. Von einer derartigen Lagerung kann keine Rede sein, wie man denn auch solche Bilder niemals zu Gesicht bekommt. Die Lage der dritten Zone ist nach Barth vielmehr folgende: Nachdem die Membran in ihrer zweiten Zone auf das Cortische Organ herabgetreten

ist, setzt sie sich in der dritten Zone als ein feines Netzwerk fort, das nun nicht etwa frei durch den häutigen Schneckenkanal zieht, wie man nach Fig. 9 glauben könnte, sondern unmittelbar den Zellen des Basilarmembran, d. h. den Hensenschen und Claudiuschen Zellen, und der Stria vascularis aufliegt, mit denen es wahrscheinlich verklebt ist. Die Endigung des Netzwerks ist wohl in der Gegend des Vas prominens des Lig. spirale zu suchen, genau diesen Endigungspunkt anzugeben, ist zur Zeit unmöglich; ebensowenig kann man auch die Lage der einzelnen Teile der dritten Zone näher bestimmen. Es wäre vielleicht denkbar — doch ist das eine blosser Annahme —, dass die normale Lage des Balkens hinter dem Hensenschen Stützzellenwulst zu suchen wäre.

Der Umstand, dass die dritte Zone so dicht den Zellen aufliegt, ist wohl auch der Grund, warum sie so oft übersehen worden ist. Es ist leicht zu verstehen, dass ein derartiges Flechtwerk, das dazu noch von sehr dünnen und feinen Fasern gebildet wird, bei Durchschnitten, welche die Zellen der Membrana basilaris senkrecht treffen, als hie und da zerstreute Punkte erscheinen muss, welche den Querschnitten der Maschen des Netzwerks entsprechen. Nicht oft wird es gelingen, eine Faser des Netzwerks so zu erhalten, dass sie der Schnittrichtung des Präparats parallel verläuft. In einem solchen Falle erscheint dann die betreffende Zelle von einem feinen Kutikularsaum bedeckt, der leicht der Beobachtung entgehen und schliesslich, auch wenn man ihn als Kutikularsaum erkannt hat, allein nicht viel zu bedeuten hat. Erst in Beziehung zur dritten Zone kann eine derartige Beobachtung eine richtige Verwendung finden. Und so wird man nicht fehlgehen, wenn man die Angabe Köllikers: „In der Gegend dieser Stria vascularis war das Epithel wie mit einem hellen Saum, vielleicht auch einer Kutikularbildung versehen,“ mit der dritten Zone in Verbindung bringt.

Zum Schluss muss ich noch zwei Punkte berühren, die eigentlich in die Einleitung gehören, die aber besser erst hier besprochen werden; es betrifft die Konsistenz und die Messung der Membran.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass eine Membran, welche in dieser Weise gespannt ist, keine schleimige Konsistenz, wie Hensen und Waldeyer wollen, haben kann. Diese Frage hat auch schon Böttcher eingehend besprochen; nach seinen Versuchen muss man der Membran eine grosse Elasticität nicht sowohl senkrecht zu den Fibrillen als ganz besonders in der Richtung dieser zuschreiben. Es geht das direkt aus den bereits oben erwähnten Dehnungsversuchen hervor. Eine solche Beschaffenheit der Membran kann man natürlich nur in ganz frischen Präparaten nachweisen; sobald die Schnecke älter ist, oder bereits Reagentien eingewirkt haben, ändert sich dies.

Ist die Membran einmal aus ihrer Lage gelöst, so sind alle Versuche nutzlos, sie messen zu wollen, um damit einen Rückschluss auf ihre wirkliche Ausdehnung während des Lebens zu ziehen. Alle Maasse werden in Anbetracht des Zurückschnellens der beiden äussern Zonen unrichtig ausfallen. Es betrifft das sowohl Dicken-, wie Quer- und Längenausdehnung. Erst ein Präparat, das die natürlichen Verhältnisse der Membran angiebt, so wie sie im Vorhergehenden geschildert werden, wird eine exakte Messung ermöglichen.

Am Schluss lasse ich eine kurze Zusammenfassung folgen:

Die Cortische Membran wird in drei Abschnitte „Zonen“ geteilt.

Die erste, „innere“ Zone ist dünn und zart und verändert sich im Verlaufe durch den Schneckenkanal sehr wenig; die zweite, „mittlere“ ist ziemlich dick und massig und nimmt von der Basis der Schnecke bis zur Spitze erheblich an

Breite zu; die dritte, „äussere“ ist im Gegensatz zu den beiden ersten soliden Zonen durchbrochen und repräsentiert ein sehr dünnes, sehr leicht zerreissliches Netzwerk.

Den beiden ersten Zonen ist eine eigentümliche Streifung gemeinsam, die in der ersten Zone einen mehr tangentialen, in der zweiten Zone einen mehr radiären Charakter hat.

Der innere Rand schliesst mit einer glatten Linie ab, die verdickt ist. — Die Streifung der innern Zone reicht bis an den innersten Rand, doch ist eine Parallelstreifung nur beim Menschen zu konstatieren, bei Katzen, Hunden und Kaninchen findet sich nach innen zu von der Mitte der Zone ab ein feines, kleinmaschiges Netzwerk mit, die eigentliche Parallelstreifung der äussern Partie fortsetzenden dicken Fasern. — Die Streifung ist durch Fibrillen bedingt, die in sehr reichliche Kittsubstanz eingebettet sind. — Eine weitere Eigentümlichkeit der inneren Zone ist ein der Unterseite angehöriges, grossmaschiges Netzwerk, das in Bezug auf sein Aussehen bei verschiedenen Tierspecies sehr wechselt.

Betreffs seiner Erklärung weisen mancherlei Umstände (besonders das Übertreten über den innern Rand darauf hin, dass man es hier mit einem der Membran selbst nicht angehörigen Gebilde, einer zwischen innerer Zone und Habenula salcata befindlichen Kittsubstanz zu thun hat.

Die Grenzlinie zwischen erster und zweiter Zone findet sich nur in gehärteten Präparaten und ist daher als Kunstprodukt aufzufassen; sie stellt eine Verdickung in der Kittsubstanz in der Gegend der Huschkeschen Zähne vor. — Die Streifung der Zone ist durch selbständige, isolierbare, ziemlich feste Fibrillen bedingt, die in „einer die Masse der Fibrillen etwas überwiegende, interfibrillären Substanz“ eingebettet sind. — Die Streifung ist nicht auf eine Schicht beschränkt, sondern auf mehrere, dadurch entsteht eine scheinbare Kreuzung. Beim Kaninchen sind zwei Fibrillenschichten nachweisbar; eine, die der Oberfläche, eine, die der

Unterfläche angehört. Zwischen beiden findet man einen homogenen Raum. — Die Hensensche Linie ist beim Menschen ein breiter, der Unterfläche der zweiten Zone angehöriger Streifen, der ein selbständiges Gebilde zu sein scheint, aber auch bei verschiedenen Species wechselt. Die durch die Hensensche Linie bedingte Verschiedenheit des Aussehens der zweiten Zone verschwindet bei Druck auf die Membran mit dem Deckgläschen. Die Bedeutung der Linien ist zweifelhaft. Möglichkeit einer Verbindung mit dem Cortischen Organ.

An die zweite Zone setzt sich zunächst der Randstreifen, ein blasses, homogenes, sich wenig färbendes Band, an, der durch mehr oder weniger starkes Umschlagen auf die zweite Zone verschieden aussehen kann. — Am Randstreifen beobachtet man oft nach aussen abgehende Fasern, die sich gelegentlich verbinden und das Rudiment eines Netzwerks darstellen. — Der übrige Teil der dritten Zone ist, falls er vorhanden ist, in der Regel umgeschlagen und wird repräsentiert von dem Löwenbergischen Netzwerk. — Beim Menschen ist vom Verfasser das Löwenbergische Netzwerk noch nicht gesehen worden, doch ist nach dem konstanten Vorkommen dieses Gebilde bei drei verschiedenen Tierarten der Schluss berechtigt, dass es auch beim Menschen vorhanden ist. Die an dem Randstreifen sich ansetzenden Fäden sind mit oben erwähntem Randnetz zu identifizieren.

Lage der Membran.

Zur Zeit ist nur eine annähernde Bestimmung der Lage der Cortischen Membran möglich.

Die innere Zone liegt dem Labium vestibulare auf, fixiert durch den innern verdickten Rand und die zwischen ihr und Labium vestibulare befindliche Kittsubstanz.

Über Gestalt und Lage der mittleren Zone herrschen sehr verschiedene Anschauungen. Die grösste Wahrscheinlich-

keit hat ein (auf dem Querschnitt) spindelförmiges Aussehen der zweiten Zone für sich; es besteht eine Verdickung in der Mitte, keine am äussern Rande, keine am innern. Die Lage der zweiten Zone ist eine sehr mannigfaltige; auf dem Cortischen Organ aufliegend — dies entspricht dem Normalen —, findet man sie sehr selten, gewöhnlich ist sie abgehoben, oft in eigentümlicher Weise (Fig. 19), derart, dass die zweite Zone das Bestreben zeigt, sich auf die erste Zone umzuklappen, ähnlich wie die dritte auf die zweite. Es ist aus diesem Verhalten zu schliessen, dass die Membran mit einer gewissen Spannung angeheftet ist. Hierzu ist ausser einer Fixation durch die dritte Zone eine Verbindung mit dem Cortischen Organe (Bedeutung der Hensenschen Linie) und eine Spannung in radiospiraler Richtung notwendig. Diese drei Faktoren halten die Membran in einer „Zwangslage“ fest. — Durch ihre Verbindung mit dem Cortischen Organ übt sie eine Wirkung auf dieses aus, deren Einfluss an dem Verhalten der Cortischen Pfeiler wahrgenommen werden kann.

Die dritte Zone liegt als ein dünnes Netzwerk den Hensenschen und Claudiuschen Zellen dicht auf. In Schnitten durch die Schnecke findet man diese Zellen oft mit einem eigentümlichen hellglänzenden Saum versehen, der auf das Netz der dritten Zone zu beziehen ist. — Die übrige Partie verliert sich nach dem Vas prominens des Lig. spirale zu.

Die Membran hat keine schleimige Konsistenz, sondern ist sehr elastisch.

So lange es nicht möglich ist, die Membran in ihrer normalen Lage zu erhalten, sind alle Versuche nutzlos, sie messen zu wollen.

Schliesslich sei es mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Barth für die gütige Überlassung der bezüglichen Literatur sowie für die vielseitige Unterstützung bei dieser Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Benutzte Litteratur.

Corti, Recherche sur l'organe de l'ouïe des mammifères. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie III, S. 109. (1851.)

Reissner, Zur Kenntnis der Schnecke im Gehörorgan der Säugetiere und der Menschen. J. Müllers Archiv für Anatom. und Physiol. (1854.)

Claudius, Bemerkungen über den Bau der häutigen Spiralleiste der Schnecke. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie VII, S. 154. (1856.)

Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl. (1859.)

Deiters, Beiträge zur Kenntnis der Lamina spiralis membranacea der Schnecke. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie X, S. 1. (1860.)

Kölliker, Entwicklungsgeschichte der Menschen und d. höheren Tiere. Leipzig. (1861.)

Kölliker, Der embryonale Schneckenkanal und seine Beziehungen zu den Teilen d. fertigen Cochlea. Würzburger naturw. Zeitschr. II, S. 1. (1861.)

Hensen, Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugetiere. Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie XII, S. 481. (1863.)

Löwenberg, Beiträge zur Anatomie der Schnecke, Archiv f. Ohrenheilkunde, Bd. I. (1864.)

Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 5. Aufl. (1867.)

Böttcher, Über Entwicklung und Bau d. Gehörlabyrinths nach Untersuchung an Säugetieren. (1869.)

Gottstein, Über den feinern Bau und Entwicklung der Gehörschnecke beim Menschen und den Säugetieren. Habilitationsschrift. (1871.)

Böttcher, Kritische Bemerkungen und neue Beiträge zur Litteratur d. Gehörlabyrinths. (1872.)

Hensen, Dr. A. Böttcher: Über Entwicklung und Bau des Gehörlabyrinths nach Untersuchung an Säugetieren. Archiv f. Ohrenheilkunde, Bd. VI, S. 1. (1873.)

Henle, Handbuch d. systematischen Anatomie des Menschen, in drei Bänden, II. Bd., 3. Lieferung, 2. Aufl., S. 852. (1875.)

Retzius, G., Das Gehörorgan der Wirbeltiere. Morphologisch-histologische Studien. Stockholm. (1884.) II. Bd.

Schwalbe, Anatomie der Sinnesorgane. Erlangen. (1887.)

Barth, Beitrag zur Anatomie der Schnecke; die Membrana tectoria. Anatom. Anzeiger Nr. 20. (1889.)

Erklärung der Abbildungen.

Nr. 1—19 sind photographische Nachbildungen.

Nr. I und II sind Zeichnungen nach Präparaten aus einer Schnecke vom siebenmonatl. menschl. Embryo (nach Barth).

Bezeichnungen:

| | |
|---|-----------------------------------|
| gr = Grenzlinie zwischen erster und zweiter Zone. | |
| h = Hensensche Linie. | |
| l = Fadennetz | } des Löwenbergischen Netzwerkes. |
| b = Balken | |
| r = Randnetz | |

Fig. 1. Membrana tectoria eines 58jährigen Mannes, Zupfpräparat, Behandlung mit Müllerscher Flüssigkeit, Überschwefelsäure, Hämatoxylin. System C (Zeiss), Projections Ocular 2. Camera = 450 mm lang.

Fig. 2. Membrana tectoria eines 6 jährigen Kindes. Schnitt durch die Schnecke. Palladiumchlorid $\frac{1}{4}\%$, Acid. chromic., Acid. muriatic. System C, Proj. Oc. 2, Camera 450. (Nach einem Präparate von Herrn Prof. Barth.)

Fig. 3. Membrana tectoria des Kaninchens, Zupfpräparat, Osm., Alk., Häm. Syst. C, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 4. Membrana tectoria des Kaninchens, Zupfpräparat. Dasselbe Präparat wie Fig. 3. Ap.(ochromat. Zeiss) 4,0; Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 5. Membrana tectoria des Kaninchens, Zupfpräparat. Osm., Häm. Ap. 4,0; Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 6. Membrana tectoria des Kaninchens, Zupfpräparat; dasselbe Präp. wie Fig. 3 und 4. Ap. 4,0; Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 7. Membrana tectoria des Kaninchens, Zupfpräparat. Osm. Häm. Ap. 4,0; Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 8. Löwenbergisches Netzwerk des Kaninchens, isoliert aus einem mit Osmium u. Hämatoxylin behandelten Zupfpräparat; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Cam. 450.

Fig. 9. Membrana tectoria des Kaninchens, Schnitt aus einer Schnecke; $\frac{1}{4}\%$ Chromsäure, Acid. muriatic., Safranin; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Camera 450. (Nach einem Präparate von Herrn Prof. Barth.)

Fig. 10. Membrana tectoria des Kaninchens, Schnitt aus einer Schnecke; Behandlung und Vergrößerung wie Nr. 9. (Nach einem Präparate von Herrn Prof. Barth.)

Fig. 11. Membrana tectoria einer jungen Katze, Zupfpräparat; Osm., Häm.; Syst. C, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 12. Membrana tectoria einer Katze, Zupfpräparat, Osm., Häm.; Syst. C, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 13. Membrana tectoria der Katze, Zupfpräparat, Osm., Häm.; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Camera 450. In Betreff der Bezeichnungen h^1 und h^2 siehe den Text.

Fig. 14. Membrana tectoria der Katze, Zupfpräparat; Osm. Häm.; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 15. Membrana tectoria der Katze, Zupfpräparat; Osm., Häm.; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 16. Membrana tectoria des Hundes, Zupfpräparat; Osm., Häm.; Syst. C, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 17. Membrana tectoria des Fuchses, Zupfpräparat; Müllersche Flüssigkeit, Alk. Häm.; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 18. Membrana tectoria des Fuchses, Zupfpräparat; Behandlung wie in Fig. 17; Syst. C, Proj. Oc. 2, Camera 450.

Fig. 19. Membrana tectoria des Meerschweinchens; Chromsäure und Palladiumchlorid, Alk., Salzsäure; Blauholz-Eosin; Ap. 4,0, Proj. Oc. 2, Camera 450. (Nach einem Präparate von Herrn Prof. Barth.)

DER
UTERUS POST PARTUM. I.

VON

PROF. H. STRAHL,
MARBURG.

Mit 2 Fig. auf Taf. XXIII.

Die letzten Jahre haben, wie bekannt, eine grössere Reihe von Arbeiten über die vergleichende Anatomie der Placenta gebracht. Gleichzeitige Mitteilungen über die Umwandlungen, welche der Uterus bei Tieren nach der Geburt durchmacht, fehlen dagegen fast ganz. Mir sind aus der neueren Litteratur eigentlich deren nur zwei bekannt geworden: die eine stammt von Fleischmann (Embryologische Untersuchungen, Heft 1, Wiesbaden 1889, p. 70) und erscheint mehr als gelegentliche Notiz. Fleischmann berichtet, dass bei der Katze 10 Tage nach dem Wurf die Wand des Tragsackes „nur noch aus seiner Muskelwand besteht, deren innere Fläche Bindegewebe überzieht. Dasselbe ist stark mit Lymphe infiltriert und birgt teilweise noch Reste von Drüsen, die sich abkapseln und zerfallen; aber seine freie Oberfläche ist nicht vom Epithel überzogen.“

Nach meinen eigenen Erfahrungen kann ich diese Angabe nicht ganz bestätigen, es hat der Uterus der Katze in der genannten Zeit eine sehr wohl erhaltene Schleimhaut mit einem durch die ganze Lichtung reichenden Epithel, das nur an den Placentarstellen noch defekt ist.

Auch der Uterus der Hündin, von dessen Veränderungen post partum mir eine vollkommene Reihe von Stadien vorliegt, die mit der Zeit unmittelbar nach dem Wurf beginnt und bis zum Eintreten der neuen Brunst reicht, — fast von Woche zu Woche, in den ersten Tagen nach dem Wurf sogar von Tag zu Tag, kann ich hier die Umbildungen verfolgen — zeigt nichts derart. Auch hier ist unmittelbar post partum eine vollkommene Epitheldecke vorhanden, die nur an den Placentarstellen unter-

brochen ist. Von dem der Katze unterscheidet sich übrigens der Uterus der Hündin auch post partum ebenso gut, wie man die beiden Placentarformen unterscheiden kann; es sind sowohl das makroskopische Aussehen, wie die mikroskopischen Bilder vollkommen verschieden. Der Uterus der Hündin ist charakterisiert durch eine höchst auffällige Fettbildung in den Epithelien der Oberfläche, welche in ihren letzten Resten fast bis zur ersten neuen Brunst nachweisbar ist.

Eine andere Mitteilung rührt von Duval her und betrifft den Uterus der Nager; sie findet sich in den *Comptes rendus de la société de biologie* (Ser. IX., Tom. II, 1890) und ist wohl auch nur als eine vorläufige anzusehen, denn sie führt nur die Ergebnisse der betreffenden Untersuchungen an, ohne näher darzustellen, auf welchem Wege sie gewonnen sind, ohne eingehendere Schilderung der Objekte.

Duval bezeichnet als das wesentliche Resultat seiner Arbeit, dass bei Maus und Ratte nach dem Wurf ein Epitheldefekt in der Uterusschleimhaut sich finde, der dann weiterhin nicht von den Uterinepithelien, sondern aus dem Bindegewebe der Schleimhaut gedeckt wurde. Er findet dies Ergebnis selbst sehr auffällig und sucht nach einer Erklärung desselben. Er glaubt diese dadurch geben zu können, dass das Epithel des Uterus als von den Müller'schen Gängen stammend, seiner Natur nach mesodermal sei und demnach anders, als andere Epithelien; so sei es denn auch erklärbar, dass die Regeneration desselben durch die ebenfalls mesodermalen Bindegewebszellen erfolgen können. Vom theoretischen Standpunkt aus würde sich ja diese Angabe von Duval diskutieren lassen; ich halte sie aber nicht für ausreichend erwiesen.

Ich habe selbst die Uteri einer ganzen Reihe von Tieren in den verschiedensten Intervallen nach dem Wurf in der letzten Zeit untersucht, darunter auch eine grössere Zahl von weissen Mäusen, und glaube, dass die Thatsachen der Beobachtung,

die man bei der Betrachtung der Objekte feststellen kann, eine andere einfachere Deutung zulassen, als die von Duval gesuchte, eine Deutung, die mit den bisher unter ähnlichen Verhältnissen gefundenen besser übereinstimmt.

Ich nehme an, dass die Regeneration des Epithels im Uterus der Maus post partum durch das Epithel erfolgt und werde im Folgenden die Belege für diese Annahme geben.

Tötet man weisse Mäuse in den Tagen nach dem Werfen, so erkennt man meist unschwer die Stellen, an denen die Föten gesessen haben, als kleine Anschwellungen; die Uteri unmittelbar nach der Geburt und am ersten Tage post partum sind immer ziemlich stark an Volum, die Schleimhaut im Inneren in dicke Falten gelegt. Eröffnet man ein Horn, so erkennt man die Placentarstelle als einen kleinen unregelmässig gestalteten Fleck an der mesometralen Seite.

Für die Untersuchung der Placentarstellen hat es sich mir am vorteilhaftesten erwiesen, wenn ich die Uteri möglichst rasch — zumeist in konzentrierter wässriger Sublimatlösung mit Essigsäurezusatz — fixierte, und dann in kleine Stücke zerlegte, von denen jedes eine Placentarstelle enthielt. Diese Stückchen wurden dann in Schnittserien zerlegt, deren mittlere Schnitte die Placentarstelle enthalten mussten.

Die Untersuchung solcher Präparate hat mich, wie gesagt, zu dem Ergebnis geführt, dass die Regeneration der Placentarstelle durch Wucherung der Uterinepithelien stattfindet, eine Umwandlung von Bindegewebszellen in Epithelien für den genannten Vorgang anzunehmen, bin ich nicht in der Lage.

In den Figuren 1 und 2 gebe ich einen Querschnitt durch einen Uterus mit Placentarstelle vom dritten Tage nach dem Werfen bei schwächerer Vergrösserung und eine ebensolche Placentarstelle allein stärker vergrössert wieder.

Trotz schwacher Vergrösserung lässt die Figur 1 den mit

Epithel überzogenen Teil der Uteruswand deutlich gegenüber der epithelfreien Placentarstelle (*Pl. St.*) erkennen.

Die Placentarstelle nimmt fast den gesamten gegen das Mesometrium gelegenen Teil der Uteruswand ein. Während die Wand der Uterinhöhle sonst von hohen cylindrischen Zellen ausgekleidet wird, ist hier die Abgrenzung gegen das Lumen zur Zeit noch durch niedrige Bindegewebszellen geliefert.

Die Figur zeigt nun ferner, dass die Epithelien, soweit vorhanden, in lebhaftester Vermehrung begriffen sind; ich habe die in Teilung begriffenen Kerne als kleine schwarze Flecke in die Figur eingetragen, man zählt deren auf dem vorliegenden Schnitt neun, und es sind dabei die sich wenig intensiv färbenden Anfangs- und Endstadien der Mitose nicht mitgerechnet, welche sich ebenfalls in verschiedenen Exemplaren im Schnitt vorfinden.

In annähernd ähnlichen Verhältnissen beobachtet man nun die Erscheinungen der Kernteilung an den übrigen Schnitten der Reihe; nicht nur auf der Oberfläche allein, sondern auch in den sich neubildenden Uterindrüsen beobachtet man dieselben, so dass man sagen darf, dass die gesamten Zellen der Epithelschicht in lebhafter Vermehrung begriffen sind.

Wie nimmt sich nun dem gegenüber der Bau der Placentarstelle aus? Die Epithelien fehlen hier noch und der Abschluss der Wand gegen das Lumen wird, wie eben gesagt, von Bindegewebszellen hergestellt.

Bei stärkerer Vergrößerung sieht man (Fig. 2), dass dieselben verschieden geformt sind: zum Teil platt, wie die oberflächlichen in der Mitte, dann nach links stärkere, dickere und am Rande des Defektes gehen diese in höhere schmale Zellen über, welche sich unmittelbar an die Cylinderepithelien anschliessen.

Ich habe mir aber vergebliche Mühe gegeben, eine Übergangsform zwischen Epithelien und Bindegewebszellen zu finden,

aus der ich erschliessen könnte, dass die letzteren in erstere übergehen; denn dass die Bindegewebszellen, die sich in Form und Färbbarkeit ihrer Kerne sehr wohl von den Epithelien unterscheiden lassen, etwa deshalb in Epithelien sich umwandeln sollten, weil sie Cylinderform besitzen vermag ich nicht zuzugeben, das gleiche sehen wir ja doch überall da, wo z. B. Leukocyten durch Cyliinderepithelien durchwandern; auch hier nehmen dieselben Cylinderform an.

Nimmt man also zusammen, dass einerseits an der Placentarstelle Übergangsformen zwischen Bindegewebszellen und Epithelien fehlen, andererseits in dem Uterusepithel eine lebhaft Vermehrung der Epithelzellen beobachtet wird, so ist wohl der Schluss berechtigt, dass der Epitheldefekt an der Placentarstelle durch seitliches Vorschieben des Epithels über den epithelfreien Abschnitt verwirkt wird.

Es wäre das ein Vorgang, wie er bei der Ersetzung von Epitheldefekten wenigstens in mancher Beziehung ähnlich auch an anderen Stellen beobachtet ist. Ich erinnere z. B. an die neueren Untersuchungen über die Heilung von Cornealwunden, durch welche ebenfalls mit Hilfe der Mitosen nachgewiesen wurde, auf welche Weise der Defekt geschlossen wird. Auch hier werden die Epithelien — allerdings ektodermale — von den Seiten über die Lücke hinübergeschoben, das fehlende Material wird auch hier durch mitotische Vermehrung des vorhandenen ersetzt. (Vergl. Peters: Über die Regeneration des Epithels der Cornea. Diss., Bonn 1885.)

Bemerkt sei übrigens, dass die Vermehrung der Epithelien erst einige Tage post partum eintritt, wenn die gesamte Uteruswand sich bereits wieder etwas verkleinert und verdünnt — vielleicht darf man auch sagen erholt — hat. Am ersten und Anfang des zweiten Tages nach dem Wurf ist der Uterus noch ziemlich stark, seine Schleimhaut in reichliche Falten gelegt;

in dieser Zeit suche ich vergeblich nach Mitosen. Dann kommt das Stadium der Epithelvermehrung, in ganz kurzer Zeit wird durch dieselbe der Defekt geschlossen.

Auch dann hört übrigens die Vermehrung der Epithelien nicht auf, man findet immer noch in Teilung begriffene Kerne vor und man darf wohl annehmen, dass das so gelieferte neue Zellmaterial zur Neubildung der Drüsen verwendet wird.

Im Gegensatz zum Uterus der Hündin findet man bei der Maus unmittelbar post partum in der Nähe der Placentarstelle kaum eigentliche Drüsen in der Uteruswand vor, sondern sieht auf den Durchschnitten nur breite, grubige Vertiefungen, welche den Faltungen der Wand entsprechen. Nur hie und da erinnert ein kurzer Anhang am Epithel an das Vorkommen tubulöser Drüsen.

Das Verhalten der Drüsen in dem Uterus der Hündin ist insofern von dem eben beschriebenen total verschieden, als hier die Drüsen in ihren tieferen Teilen während der Trächtigkeit namentlich unter der Placentarstelle in grosser Mächtigkeit erhalten bleiben und wenn dann der Eisack ausgestossen wird, so ist auch an der Placentarstelle gleich wieder eine Drüsen-schicht vorhanden.

Auch bei der Maus findet man mit der sehr rasch eintretenden Verkleinerung des Uterus auch bald wieder kurze Drüsen-schläuche vor, zuletzt in der Umgebung der Placentarstelle. Dieselben nehmen ihren Ursprung, indem Epithelzapfen oder Röhren sich in die Tiefe senken; sobald man solche einmal sieht, erkennt man in den Epithelien derselben, die niedriger sind, als das Oberflächenepithel, zahlreiche Mitosen; das Epithel wächst also dann durch Vermehrung im Bereiche des Drüsen-schlauches. Ob zugleich eine weitere Einbuchtung von Oberflächenepithel stattfindet, ist mit Sicherheit schwer festzustellen, dürfte aber zu vermuten sein, da ja auf der freien Fläche sehr

reichlich Epithel vorhanden ist, diese Fläche sich zusehends verkleinert und man doch eigentlich von zu Grunde gehenden Zellen kaum etwas sieht.

Erwähnt sei noch, dass man im Bindegewebe der Schleimhaut in wechselnder Menge Zellen findet, die mit den Resten zerfallender roter Blutkörperchen beladen sind. Die Zahl derselben ist aber ganz unverhältnismässig viel geringer als im Uterus der Hündin oder Katze aus entsprechender Zeit.

Es läuft der ganze Prozess der Rückbildung bei den Nagern, soweit meine bisherigen Untersuchungen reichen, in wenigen Tagen ab; es hängt dies wohl zum Teil zusammen mit dem Verhalten der Eikammern gegen Ende der Tragzeit; dieselbe wird ganz von Epithel ausgekleidet und die Haftstelle der Placenta ist relativ klein. Demgemäss ist post partum eine fast vollkommene mit Epithel bedeckte Schleimhaut vorhanden und der Defekt an der Placentarstelle so klein, dass zu seiner Überbrückung durch die Epithelien nur wenig Material und demgemäss, da dieses bald durch Vermehrung der Zellen geliefert wird, auch nur wenig Zeit nötig ist.

So erklärt es sich auch, dass bei einzelnen der Nager auf den Wurf alsbald eine neue Tragperiode folgen kann; der Uterus bedarf eben einer ausgiebigeren Reparation nicht.

In ganz anderem Bilde verläuft die Regeneration der Uterusschleimhaut bei den Raubtieren. Ich habe über diese sehr eingehende Untersuchungen anstellen können und hoffe, bald in der Lage zu sein, auch über diese genauer berichten zu können.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Querschnitt durch den Uterus der weissen Maus etwa 3 Tage post partum. Die Innenfläche des Uterus ist mit einem hohen Epithel ausgekleidet, in dem sich zahlreiche in der Figur schwarz angegebene Mitosen finden. An der Placentarstelle (*Pl. St.*) fehlt das Epithel noch. Ganz schwache Vergr.

Fig. 2. Placentarstelle, stärker vergrössert; zeigt die Beziehungen der Bindegewebszellen, welche die Placentarstelle decken, zu den Uterinepithelien.

UBER
DOTTERSACKSRESTE BEI REPTILIEN.

VON
PROF. H. STRAHL,
MARBURG.

Mit 3 Fig. auf Taf. XXIV.

In Band 2 Heft 4 der anatomischen Hefte berichtete C. Bersch über Untersuchungen, die wir gemeinsam über die Rückbildung des in die Leibeshöhle aufgenommenen Dottersackes von *Lacerta agilis* angestellt hatten. Abgesehen von denjenigen Vorgängen der Rückbildung, welche sich nur im mikroskopischen Bilde feststellen lassen, machte er auf einen eigentümlichen, mit der Lupe, eventuell sogar mit unbewaffnetem Auge zu beobachtenden Zusammenhang des Dottersackes mit der Harnblase, aufmerksam.

Es ist dieser Zusammenhang kein direkter, sondern er wird vermittelt durch einen Zapfen, der der Kuppe der Blase aufsitzt und den wir Harnblasenzapfen nannten. Wir haben diesen Zusammenhang genauer beschrieben, waren aber mangels Materiales nicht in der Lage, bestimmen zu können, auf welchem Wege derselbe sich herstellt; wir vermuteten aber, dass er entsteht durch die Beziehungen, welche Dottersack und Allantois in den distalen Enden ihrer Gefäßsysteme bei Reptilien mit einander eingehen.

Dass unsere Vermutungen richtig waren, hat schneller, als wir hoffen durften, eine Bestätigung erfahren durch Beobachtungen, welche Giacomini, dem wir eine Reihe ausgezeichnete Untersuchungen über Reptilien-Entwicklung verdanken, an Embryonen von *Lacerta muralis* anstellen konnte. Er fand (Nuovo contributo alla migliore conoscenza degli annessi fetali nei Rettili. Mon. zool. ital. 31. Aug. 1893.) hier, dass ein Teil

der Allantois mit dem Dottersack in die Leibeshöhle aufgenommen und dass auf diesem Wege der Zusammenhang zwischen Dottersack und Harnblase hergestellt wird. Ebenso erhalten sich die Beziehungen der Gefässsysteme der beiden Gebilde.

Ich habe nun im verflossenen Frühjahr Gelegenheit gehabt, einige weitere Beobachtungen und Ergänzungen über das Verhalten des in die Leibeshöhle aufgenommenen Dottersackes zu machen, die ich mir im Folgenden kurz mitzuteilen erlaube, da ich voraussichtlich doch in der nächsten Zeit nicht Gelegenheit haben werde, auf den fraglichen Gegenstand zurückzukommen.

Zuerst muss ich unsere früheren Mitteilungen über die Zeit der Erhaltung des Dottersackes erweitern. Wir hatten an unseren im vorigen Herbst gefangenen und längere Zeit im Terrarium gehaltenen Tieren gefunden, dass bei diesen sich im Laufe einiger Wochen der Dottersack zurückbildet. Nun sehe ich aber bei einer grösseren Reihe von jungen Tierchen, welche in diesem Frühjahr gefangen waren, dass der Dottersack noch ausnahmslos vorhanden ist; es walten demnach hier die gleichen Verhältnisse ob, wie sie Mitsukuri für japanische Schildkröten beschrieben hat. Es muss also die von uns im vorigen Herbst beobachtete Rückbildung eine raschere gewesen sein, als sie den Tierchen in der Norm zukommt. Dass dieselbe allein durch den Aufenthalt im Terrarium bedingt wäre, möchte ich nicht annehmen, denn bei Tieren, welche wir im Frühjahr reichlich eben so lange und unter annähernd gleichen Lebensbedingungen im Terrarium hielten, hatte eine entsprechende Reduktion keineswegs stattgefunden.

Ich habe daraufhin dann auch bei älteren Tieren nachgesehen, wie weit man bei diesen die Existenz des Dottersackes nachweisen kann; dabei hat sich dann herausgestellt, dass man bei solchen Tieren zwar vielfach vergeblich sucht, dass aber doch auch in nicht ganz seltenen Fällen sich noch beim vollkommen ausgewachsenen Tier ebenso wie im Harnblasen-

zapfen die letzten Reste der Allantois, so am Mesenterium die Überbleibsel des Dottersackes erkennen liessen. Dieselben fanden sich in einer Reihe von Fällen als ein eigentümlicher schwarz pigmentierter kleinerer Anhang am Mesenterium an genau der gleichen Stelle, an welcher man in jüngeren Stadien den Dottersack sitzen sieht. Die Pigmentierung ist eine tief dunkle, ein besonderer Knopf am freien Ende des Stieles kann vorhanden sein oder kann fehlen.

Die Länge des Divertikelchens ist verschieden; sie ist nicht abhängig von der Grösse des Tieres; auch der Pigmentgehalt wechselt; bisweilen, allerdings selten, ist ein Teil des Stieles pigmentfrei.

Das letzte Entwicklungsstadium, welches ich beim erwachsenen Tier fand, ist in Figur 1 abgebildet. Die Figur giebt einen Teil einer Darmschlinge mit zugehörigem Mesenterium wieder; das letztere ist nach oben in eine Falte erhoben, die einen Teil der Darmschlinge zudeckt. Auf dem Mesenterium sitzt in ganz ähnlicher Weise, wie wir es früher (l. c. Fig. 2) für ganz junge Tiere beschrieben und abgebildet haben, ein kurzer tiefschwarzer Anhang auf, der sich in ein knopfförmiges Ende und einen dünneren Stiel gliedert. Von dem Stiel aus geht eine breite Pigmentstrasse auf das Mesenterium über, eine Strasse, die ich in dieser Weise übrigens nur in dem einen vorliegenden Falle sah. Der kleine Zipfel ist, wie aus seinen Lagebeziehungen zu Mesenterium und Darm mit Sicherheit hervorgeht, der letzte Rest des Dottersackes.

Wie derselbe sich im mikroskopischen Bilde ausnimmt, zeigt Fig. 2, welche einen der mittleren Schnitte einer Serie wiedergiebt, die wir durch den kleinen Zapfen hindurch legten. Der Schnitt zeigte einen stark pigmentierten Zapfen, dessen oberes freies Ende in eine kleine Kugel ausgeht. An dieser lässt sich ein stärkerer fester gefügter und dunklerer Rand noch von einer

lockeren und weniger pigmentierten Mitte unterscheiden; einen eigentlichen Hohlraum vermag ich jedoch nicht zu erkennen.

Auch der Stiel zeigt sich aus starken und minder stark pigmentierten Bindegewebszellen zusammengesetzt und entsprechend dem makroskopischen Bilde finden sich auch in dem gefalteten Mesenterium selbst vielfach Pigmentzellen, welche ebenso, wie diejenigen im Dottersack, breit und schollig erscheinen, viel stärker als man dieselben in früheren Stadien bei jungen Tieren findet.

Bemerkenswert ist, dass die bei *a* gezeichnete, stark gewundene Arterie, sich auf den verschiedenen Schnitten der Serie noch bis in den Stiel des Dottersackes hinein verfolgen lässt und sich so unzweifelhaft als zu diesem gehörig dokumentiert, wenn auch ihr weiterer Verlauf in dem Dottersack selbst des starken Pigmentgehaltes halber undeutlich wird.

Versuche, festzustellen, wie bei anderen unserer einheimischen Reptilien sich der Dottersack verhält, haben bislang mangels Materiales nur zu spärlichen Ergebnissen geführt. Bei einer Reihe von Exemplaren von *Lacerta vivipara* verschiedenen Alters habe ich vergeblich nach Resten des Blasenzapfens und des Dottersackes gesucht. Es würde das vielleicht daraus zu erkennen sein, dass die Tiere nicht nur im Terrarium, wie ich früher beschrieb, sondern auch im Freien Allantois und Dottersack beim Ausschlüpfen abwerfen. Doch ist die Zahl der untersuchten Tiere bis dahin nicht gross und muss ich daher die endgültige Beantwortung der Frage offen lassen.

Immerhin sei namentlich in Bezug auf die von H. Virchow geäußerten gegenteiligen Vermutungen darauf hingewiesen, dass neuerdings auch Giacomini für *Seps. chalcides* (l. c.) beschreibt, dass hier ebenfalls der Dottersack beim Ausschlüpfen der Jungen abgeworfen wird.

Auch bei den Jungen von *Anguis fragilis*, welche im Herbst geboren werden, erhält sich der Dottersack mindestens bis zum

nächsten Jahr. Das Bild desselben auf Schnitten weicht nicht unerheblich von demjenigen ab, welches *Lacerta agilis* aufweist. Ich gebe deshalb in Fig. 3 die Abbildung vom Durchschnitt des Dottersackes einer im Frühjahr gefangenen jungen Blindschleiche. Im Gegensatz zu den Dottersäcken von *Lacerta agilis* fehlte hier — wie auch makroskopisch bereits festzustellen — jede Spur von schwarzem Pigment.

Dagegen waren zahlreiche Zellen mit gelben Schollen vorhanden, die man nach dem, was durch die Untersuchungen von Bersch für *Lacerta* festgestellt ist, wohl ohne Bedenken für in der Resorption begriffenen Dotter erklären kann. Auch die kleinen Zellen der sehr starken Wand sind zu grossem Teil mit allerfeinsten blassgelben Körnchen gefüllt, die wir aber in unserer Figur nicht angegeben haben.

Der Stiel des Dottersackes enthält Gefässlumina, deren Verzweigung im Dottersack sich verfolgen lässt. Als auffälligster Unterschied gegenüber *Lacerta agilis* ist das Verhalten des Dottersackepithels zu verzeichnen; wie Fig. 3 aufweist, ist in einem nicht unbedeutenden Teil der Dottersackswand ein hohes gleichmässiges Cylinderepithel, ähnlich dem des Darmes vorhanden.

Das Lumen des Dottersackes liegt, ebenso wie bei *Lacerta* excentrisch. Die dickere Wand lässt einen Aufbau aus Falten, wie wir ihn für *Lacerta* beschrieben haben (l. c.) nicht erkennen, sondern bildet ein festes, aus kleinen polygonalen Zellen bestehendes Polster, an dessen Oberfläche eine Epithelschicht nicht nachweisbar ist. Die Cylinderepithelien überkleiden die gegenüberliegende dünne Wand. Freie parablastische Zellen im Inneren des Dottersackes konnte ich nicht finden.

In anderen Fällen weicht das Bild etwas von demjenigen ab, dass in der Figur wiedergegeben. Es liegt das Lumen dann nicht ganz so excentrisch und ist verhältnismässig klein und sichelförmig gebogen. Eine Epithelschicht lässt sich auch hier

an der konkaven Seite der Sichel nachweisen, allerdings nicht ganz so hoch und gleichmässig, wie bei dem abgebildeten Exemplar.

Ob bei älteren Blindschleichen sich noch Reste des Dottersackes finden, beziehungsweise wann derselbe schwindet, haben wir bis dahin nicht feststellen können; ebensowenig, wie das Verhalten desselben bei anderen Reptilienformen ist.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Darmschlinge nebst Mesenterium einer ausgewachsenen *Lacerta agilis*. Der kleine schwarze Anhang ist der letzte Rest des Dottersackes. Lupenvergrösserung.

Fig. 2. Dasselbe im senkrechten Durchschnitt. Vergr. Leitz Pantachrom. 15 mm. Oc. I.

Fig. 3. Durchschnitt durch den Dottersack einer $\frac{1}{2}$ Jahr alten Blindschleiche. Vergr. wie Fig. 2.

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE
NETZHAUT DER SÄUGETIERE.

VON

DR. E. KALLIUS,
ASSISTENTEN AM ANATOMISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT GÖTTINGEN.

Aus dem anatomischen Institut der Universität Göttingen.

Hierzu Tafel XXV/XXVIII.

Die Netzhaut, die schon seit langen Jahren von den berühmtesten Forschern ganz besonders sorgfältig bearbeitet worden ist, so dass die zum Teil sehr wertvollen Einzelbeobachtungen fast bis ins Unübersehbare angewachsen sind, ist nun auch in jüngster Zeit mit den beiden interessanten Methoden von Golgi und Ehrlich, die unsere Anschauungen im Gebiete des centralen und peripherischen Nervensystems so überraschend geändert haben, untersucht worden. Und da hat sich gezeigt, wie unberechtigt es war, mit einer gewissen Befriedigung auf die bisher erreichten Resultate zu blicken, denn es sind jetzt That-sachen aufgedeckt worden, von denen jene Gelehrten kaum eine Ahnung hatten, ja, die teilweise weit über das hinausgingen, was die kühnste Phantasie eines dieser Beobachter konstruieren konnte. Man muss jetzt gestehen, dass der Abschluss, zu dem jene gekommen zu sein glaubten, kein Abschluss war, und das weitere Arbeiten in diesen neu gewiesenen Bahnen neue Rätsel zu lösen haben werden.

Von den Forschern der letzten Zeit haben besonders A. Dogiel (Ehrlich'sche Methode) und S. Ramón y Cajal (Golgi'sche Methode) ausserordentliche Verdienste. Ihre sehr eingehenden und umfangreichen Arbeiten haben eine staunen-erregende Menge interessanter Details zu Tage gefördert; und wenn ich es unternehme meine Untersuchungen über dies so viel durchforschte Organ hier vorzulegen, so darf man nicht erwarten, dass sie ganz neue und unbekannte That-sachen aufdecken werden; es sollte vielmehr meine Hauptaufgabe sein,

aus der verwirrenden Fülle älterer und neuerer Angaben das herauszusuchen und hervorzuheben, was wirklich für die Physiologie und Anatomie der Netzhaut von Bedeutung ist.

Ehe ich aber zu meinen Ergebnissen übergehe, will ich noch Einiges über die Technik dieser beiden Färbeweisen vorausschicken.

Technik.

Die mit der Silbermethode hergestellten Präparate sind ausschliesslich nach der schnellen Golgi'schen Methode, die Ramón y Cajal so glücklich modifiziert hat, gewonnen. Die von ihm angegebene Mischung kann ich wohl in ihrer Zusammensetzung als bekannt voraussetzen. In seiner letzten Arbeit (12) empfiehlt er die ganze Prozedur an demselben Präparat zwei- bis dreimal vorzunehmen. Dieses Vorgehen hat sich mir auch oft bewährt, aber es ist auch damit noch nicht die eigentümliche Launenhaftigkeit des Verfahrens absolut vermieden worden.

Als sehr bedeutsam für den Erfolg der Imprägnierung habe ich eine genaue Beobachtung der Zeit der Einwirkung des Osmium-Kaliumbichromatgemisches erkannt.

Ich liess die möglichst frischen Netzhäute im grossen und ganzen zwölf bis sechsmal zwölf Stunden in dem erwähnten Gemische. Durch dies verschieden lange Einwirken der Mischung habe ich oft Zellen einer bestimmten Art allein gefärbt bekommen; so imprägnieren sich nach zwölfstündigem Verweilen in der Flüssigkeit häufig nur Stäbchen und Zapfen und einzelne Bipolare, nach weiteren zwölf Stunden andere Bipolare und die sogenannten Spongioblasten, dann später die Optikusganglienzellen, dann die Nervenfasern, und wenn sich gangliöse Elemente nicht mehr recht färben wollen, dann erscheinen die Stützzellen, die früher nur vereinzelt in den Präparaten aufgetreten waren, in grosser Anzahl. Die Reihenfolge, in der hierbei die einzelnen Elemente sich färben, ist allerdings leider keine absolut kon-

stante, es kommen mannigfache Abweichungen vor, aber ich habe beobachten können, dass diese verschieden lange Einwirkungsdauer doch das Studium der einzelnen Elemente wesentlich erleichtert.

Diese Berücksichtigung der Zeit der Wirkung des Chromsalzgemisches erklärt auch leicht den Erfolg der mehrfachen Wiederholung der Cajal'schen Methode an ein und demselben Präparat, die vorher als vorteilhaft angeführt wurde.

Das Verweilen in der $\frac{3}{4}$ prozentigen Argentum nitricumlösung muss mindestens sechs Stunden betragen; gewöhnlich blieben die Stücke 24 Stunden darin. Van Gehuchten (17) hat angegeben, dass ein monatelanges Liegen in der Silberlösung für die Imprägnierung besonders vorteilhaft ist, ich kann dies aber durchaus nicht bestätigen, denn was sich nach 24 Stunden noch nicht gefärbt hat, färbt sich auch nicht nach ebenso viel Wochen, man kann nur — wie Golgi (18) sehr richtig betont, — konstatieren, dass die Präparate auch nach sehr langem Liegen in der Höllensteinlösung nicht verderben.

Statt des Kaliumsalzes der Chromsäure habe ich häufig das Natrium- und Ammoniumsalz angewendet und glaube dabei eine bessere Reaktion beobachtet zu haben, auch habe ich statt einer dreiprozentigen Lösung des Chromsalzes eine ein- und zweiprozentige mit Vorteil benutzt. Ob sich freilich diese Modifikation für alle Organe ebenso bewährt, müssen weitere Untersuchungen feststellen, doch ermutigen meine Erfahrung entschieden zu solchen.

Ein mehrmaliges Anwenden der Natrium-Bichromatlösung auf dasselbe Objekt kann ich aber nicht empfehlen, da die Präparate bei dem abermaligen Einlegen in diese Mischung nach der Silberbehandlung aus noch nicht aufgeklärten Gründen verdarben. Da aber die Präparate mit diesem Chromsalz ganz besonders gut gelungen waren, trat nur selten das Bedürfnis, diesen Versuch anzustellen, hervor. Es wurde dafür gesorgt, dass sich

die Einwirkung der Chromverbindung wie der Silberlösung immer im Dunkeln vollzog.

Vor dem Einlegen der Netzhäute in die Höllensteinlösung habe ich sie auf der Glaskörperseite mit einer möglichst dünnen Schicht von Gelatine überzogen, wodurch die überreichlichen, störenden Niederschläge von doppeltchromsaurem Silber am besten vermieden wurden. Wenn aber die Gelatineschicht zu dick genommen wird, leidet die Imprägnation der Zellelemente. Vor dem abermaligen Einlegen der in Silberlösung gewesenen Präparate in die Cajal'sche Mischung muss die Gelatine wieder entfernt werden, was immer leicht gelingt; sonst bildet sie, da ja das Licht nicht ganz abzuschliessen ist, mit den Chromsalzen eine unlösliche Verbindung, und diese ist dann später sehr schwer vollständig wieder zu entfernen.

Die von Cajal neuerdings empfohlene Aufrollung der Netzhäute und Umhüllung mit einer dünnen Kollodiumschicht habe ich nicht als sehr zweckmässig erkannt. Da die Netzhäute dann nicht wieder geglättet werden können, ist eine Untersuchungsart, die sich mir als sehr instruktiv bewährt hat, unmöglich auszuführen. Ich habe nämlich oft mit Vorteil Flächenpräparate von der ganzen Dicke der Retina angefertigt, deren Durchmusterung aber nur dann angeht, wenn sämtliche Oberflächenniederschläge durch die Gelatine vermieden sind und wenn das etwa anhaftende Pigmentepithel vorsichtig mit dem Skalpell entfernt ist, was selten erhebliche Schwierigkeiten macht. Man kann an solchen Präparaten sehr gut einzelne Zellen und Fasern durch alle Schichten hindurch in ihrer ganzen Ausbreitung verfolgen, während man bei Dickendurchschnitten immer befürchten muss, wesentliche Teile abgeschnitten zu haben; nur lückenlose Serien würden ähnlich gute Resultate geben; diese sind aber nicht so mühelos zu gewinnen. Ausserdem ist dieses Durchmustern grösserer Netzhautstücke auch deswegen angenehm, weil man dabei viel leichter und viel schneller

als an Schnitten den eventuellen Ausfall der Imprägnierung beurteilen kann. Später kann man dann immer noch Schnitte von dem durchgesehenen Stück anfertigen, da es häufig für die Orientierung wertvoll ist von einer Zelle, eine Flächen- und eine Querschnittsansicht zu erhalten. Für die Aufhellung der in Alkohol entwässerten Präparate bewährte sich das Xylol besonders gut, da in ihm sich Golgipräparate sehr viel leichter und länger konservieren lassen, als in allen Ölen.

Um die Retina in Quer- oder Flächenschnitte zu zerlegen, empfiehlt es sich, wenn man mit Schnitten mit dem Rasiermesser nicht auskommt, dieselbe schnell zwischen zwei glatt und eben geschnittene Celloidinblöcke, deren Schnittflächen man durch Eintauchen in Äther-Alkohol oder Kollodium haftend gemacht hat, einzubetten. Auf diese Weise kann man die Netzhaut in einer halben Stunde sehr gut schnittfähig bekommen.

Diese Einbettungsmethode hat den Vorteil, dass man die häufig gebogene und leicht gerollte Retina vollkommen glatt und eben pressen kann, was für die Anfertigung von Flächenschnitten durchaus notwendig ist.

Die Schnitte selbst habe ich dann nach der von mir angegebenen Weise mit Hydrochinon reduziert, und unter dem Deckglas in Balsam oder Glycerin aufbewahrt. So haben sich die Präparate schon über anderthalb Jahr unverändert gehalten (22).

Bei der Untersuchung der Retina mit dem entschieden schwieriger anzuwendenden Methylenblau, haben sich mir die neuerdings von Apáthy (12) gemachten Vorschläge ganz vorzüglich bewährt.

Ich habe nach seinem Rate das chlorzinkfreie Methylenblau medicinale in Lösung von 1 pro mille physiologischer Kochsalzlösung verwendet. Diese auch äusserlich von den übrigen Präparaten sich auszeichnende Farbe lässt die Reaktion entschieden schneller und präziser auftreten als die anderen. Die von

Niemack (37) empfohlene sehr schwache Lösung eignet sich für die Retina nicht so gut, wie die eben angegebene Konzentration. Die Netzhaut wurde in ziemlich grossen Stücken, die innere Seite nach unten, auf den Objektträger gebracht, bedeckt mit einer nicht zu dicken Lage von Glaskörper. Dann wurde die Methylenblaulösung herumgegossen und dafür Sorge getragen, dass sie überall leichten Zutritt zu dem Organ hatte. Vor dem Eintrocknen geschützt, bleiben dann die Präparate 2—5 Stunden liegen. Man muss von Zeit zu Zeit die Färbung unter dem Mikroskop kontrollieren, um sie dann zur rechten Zeit unterbrechen zu können.

Ein besonderer Fortschritt ist ferner die von Apáthy empfohlene Fixierungsmethode. Während früher durch die Fixierung sehr viele Details verloren gingen, hat man das jetzt nicht mehr zu befürchten. Apáthy hat bekanntlich angegeben, dem pikrinsauren Ammoniak einige Tropfen Liquor Ammonii caustici zuzusetzen, oder eine Lösung von kohlensaurem Ammoniak mit pikrinsaurem Ammoniak zu sättigen. Beide Methoden haben sich mir vortrefflich bewährt.

Auch der Einschluss in die von ihm vorgeschlagene Gummi-Zuckerlösung hat vor dem Glycerin grosse Vorteile, und die Präparate haben sich darin, wenn auch bis jetzt erst vier Monate, gut gehalten.

Wenn man die mit genanntem Gemisch fixierten, oder auch die unfixierten Präparate bei mässig gesteigerter Temperatur auf dem Objektträger möglichst schnell eintrocknen lässt, kann man sie nach meiner Erfahrung in Balsam unter dem Deckglase gut aufbewahren. Auch Cajal (12) hat ein ähnliches aber unnötig kompliziertes Verfahren vorgeschlagen. Wenn auch auf diese Weise die Übersicht über die einzelnen Schichten vollkommen verloren geht, so kann man sich doch dieser einfachen Methode zuweilen mit Vorteil bedienen, wenn es sich z. B. darum handelt eine besonders gut gefärbte Zelle oder Zellengruppe zu konservieren.

Leider giebt es immer noch keine bequeme Möglichkeit Schnitte von der mit Methylenblau gefärbten Retina anzufer-tigen, denn der Altmann'sche Vakuumapparat, den Apáthy empfiehlt, steht nicht jedem zur Verfügung. Die von Dogiel gebrauchte Härtung in Alkohol, der mit pikrinsaurem Ammoniak gesättigt ist, hat mir keine guten Bilder gegeben; man muss sich schon mit Falten und Einschnitten im Präparat begnügen. Dies ist der einzige Nachteil der Färbungen mit Methylenblau, denn sonst haben sie z. T. sehr grosse Vorzüge vor den Golgi-präparaten.

Es erübrigt noch einige Worte über das Material zu sagen, das den Untersuchungen speziell mit diesen beiden Methoden diene. Leider habe ich bis jetzt nur einmal eine menschliche Netzhaut zur Färbung mit Methylenblau erhalten können, welche von einem Hingerichteten stammte, der acht Stunden nach dem Tode in unsere Hände kam; bei ihm färbten sich aber nur wenige Zellen einigermassen vollständig. Ich erwähne dies auch nur, um zu sagen, wie lange nach dem Tode die „vitale“ Fär-bung noch eintreten kann. Sonst hatte ich Schlachthausmaterial — Rind, Schwein, Pferd — zur Verfügung, das häufig so schnell zur Untersuchung gelangte, dass die am Bulbus hängenden Augenmuskelreste noch zuckten; auch die Augen von jungen Katzen und Kaninchen wurden bei Gelegenheit benutzt.

So liegen dieser Arbeit also nur Säugetieraugen zu Grunde.

Studien an embryonalen Augen sollen für diesmal nicht be-rücksichtigt werden.

Allgemeine Bemerkungen.

Bei der Untersuchung des Centralnervensystems mit der Golgi'schen Methode sind schon von ihrem Entdecker und dann von fast allen Forschern, die sich eingehender mit dieser Färbe-

weise beschäftigt haben, Fragen angeregt worden, die z. T. von der grössten Bedeutung für unsere Auffassung von den nervösen Elementen im allgemeinen sind. Meiner Meinung nach ist nun gerade die Retina wegen ihres verhältnismässig gut gekannten Baues und ihrer Entwicklung ganz besonders geeignet für ein Studium dieser Fragen ebenfalls herangezogen zu werden. Denn kein Gehirnteil ist so bequem zu härten und zu färben wie die Retina und keiner gestattet eine so leichte Durchmusterung und Orientierung wie sie. Und gerade die Methylenblaumethode, die so sehr viel einwandsfreiere Bilder giebt als die Golgi'sche, ist bei der Netzhaut mit grösster Bequemlichkeit zu benutzen, während sich ihr bei der Untersuchung des Centralnervensystems nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen.

Die wichtigsten Fragen allgemeiner Art sind bei dem jetzigen Stande der Forschung unbedingt die nach der Bedeutung der Ganglienzellenfortsätze und nach dem Zusammenhang der nervösen Elemente.

Eine weitere Frage, die mir ebenfalls von ganz hervorragender Wichtigkeit zu sein scheint, ist die nach der Bedeutung der sogenannten „granulierten Substanz“, die nicht nur im Gehirn in weiter Verbreitung vorkommt, sondern auch als bemerkenswerter Bestandteil für die beiden „granulierten Schichten“ in der Retina in Anspruch genommen worden ist.

Die Frage nach der Bedeutung der Fortsätze der Ganglienzellen, die ich oben an erster Stelle erwähnte, ist in den letzten Jahren ganz besonders eingehend zu beantworten versucht worden. Bekanntlich war in der Geschichte der Anatomie der Nervenzellen die Entdeckung von grosser Tragweite, dass einer von ihren zahlreichen Fortsätzen sich vor den anderen dadurch auszeichnete, dass er in eine Nervenfasern übergeht, die oft nach längerem oder kürzerem Verlaufe auch die bekannten Scheiden der peripherischen Nerven bekommt. Diesen Fortsatz nannte man Achsencylinderfortsatz und die übrigen

zur Unterscheidung Protoplasmafortsätze (Deiters) oder Dendriten (His). Die Ansichten über den Achsencylinderfortsatz haben sich nach den letzten Entdeckungen nun ganz besonders geändert. Während man früher annahm, dass er unverästelt aus dem Centralorgan herausträte, ist jetzt nachgewiesen worden, dass er mitunter sehr zahlreiche kollaterale Zweige hat, und häufig schon im Centralorgan mehr oder minder früh endet. So sind besonders wichtige Charakteristica, um diesen Fortsatz zu erkennen, hinfällig geworden und es ist jetzt fast ganz dem Takt des Untersuchers anheimgestellt, ob er irgend einen sich auszeichnenden Fortsatz als Achsencylinderfortsatz bezeichnen will oder nicht.

Die Unzulänglichkeit des Namens „Achsencylinderfortsatz“ als einheitliche Benennung für besonders ausgezeichnete Äste der Nervenzellen ist nun von anderer Seite auch schon erkannt worden, und es sind mehr oder weniger zutreffende Änderungen in der Bezeichnung vorgeschlagen worden.

Der Name „nervöser Fortsatz“, den Waldeyer (51) mit Recht verwirft, trifft durchaus nicht das Richtige, da von einigen Forschern die Protoplasmafortsätze für nervös gehalten werden. Wenn Waldeyer aber dafür den Namen „Nervenfortsatz“ zur allgemeinen Annahme empfiehlt, so scheint mir das durchaus kein wesentlicher Fortschritt zu sein, da doch auch mit dieser Bezeichnung leicht die Vorstellung verknüpft werden kann, als wenn er zum selbständigen Nerven wird.

Kölliker (26), der in der neuen Auflage seiner Gewebelehre eine neue Nomenklatur für die Nervenzellen („Neurodendridien“ oder „Neurodendren“) und ihre Fortsätze aufstellt, fühlt das Bedürfnis für die verschiedenen Arten von „Nervenfortsätzen“ verschiedene Namen aufzustellen. So nennt er den Fortsatz der „in eine echte Nervenfaser“ übergeht: „Neuroaxon“ und die andere Art, die wohl den Charakter von Achsencylinderfortsätzen hat, aber nie in peripherische Nerven übergeht, sondern nur

einen beschränkten Verbreitungsbezirk innerhalb der Centralorgane hat, „nervöse Fortsätze oder Neuropodien“.

Ich glaube nicht, dass diese Namen sich leicht einbürgern werden, und möchte daher vorschlagen, den Fortsatz einer Nervenzelle, der entweder durch seinen Verlauf oder durch seine Verästelungsart sich wesentlich von den übrigen, im allgemeinen gleichartigen Fortsätzen unterscheidet, mit dem indifferenten Namen „Hauptfortsatz“ zu bezeichnen. Der Name Dendrit für die übrigen Verästelungen der Zelle könnte dann wohl beibehalten werden.

Man würde also die Nervenzellen in zwei Abteilungen einreihen können: zu der ersten würden Zellen, die einen (oder mehrere) Hauptfortsätze haben, zu der zweiten solche, die keinen Hauptfortsatz haben, gehören. Die erste Abteilung müsste dann wieder in zwei Klassen zerfallen; und es würden in die eine Zellen zu rechnen sein, deren Hauptfortsatz zum Achsencylinder eines echten Nerven wird, zu der zweiten: Zellen, deren Hauptfortsatz nach längerem oder kürzerem Verlauf innerhalb der Centralorgane endet, was auch Kölliker an dem erwähnten Orte (26) als besonders wichtiges Merkmal hervorhebt. Die Endigung beider Arten von Hauptfortsätzen besteht nach unseren heutigen Erfahrungen immer in einer mehr weniger reichen Verzweigung, deren Ästchen keine Markscheide haben. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Arten besteht nur darin, dass in den Verlauf der einen, die allerdings auch noch erheblich länger sind als die anderen, ein Stück eingeschaltet ist, das alle Charakteristica eines echten Nerven hat.

Für die Retina, auf die sich ja meine Beobachtungen ausschliesslich erstrecken, kommen nur diese eben aufgezählten drei Arten von Zellen in Betracht, und zwar würden sie folgendermassen zu verteilen sein:

1. Zu den Nervenzellen, deren Hauptfortsatz zur echten,

anfangs marklosen, später markhaltigen Nervenfasern wird, gehören sämtliche Zellen der inneren gangliösen Schicht.

2. Zu den Nervenzellen, deren Hauptfortsatz innerhalb des Organes, nach verschieden langem Verlaufe endet, gehören

a) die verschiedenen Arten der bipolaren Zellen. Kölliker erwähnt zwar, dass diese Zellen „möglicherweise“ zu der Art gehören, die nur Dendriten haben; ich glaube aber allen Grund zu haben, ihren absteigenden¹⁾ Fortsatz als Hauptfortsatz anzusprechen zu müssen, da er sich sowohl in der Form, wie in der Art der Verästelung wesentlich von den anderen Fortsätzen unterscheidet, die dann also als Dendriten zu deuten sind;

b) die verschiedenen Arten der horizontalen Zellen. Hier muss man wohl den besonders auffallenden, horizontalen, langen Fortsatz als Hauptfortsatz deuten, denn den absteigenden Fortsatz, der zur inneren retikulären Substanz ziehend bei einigen Zellen beschrieben wird, kann man als den aufsteigenden gleichwertig betrachten. Sollte sich aber z. B. herausstellen, dass die Zellen, die einen absteigenden Fortsatz haben, keinen horizontalen Ast besitzen, so wäre kein Hindernis da, den ersteren, wie bei den Bipolaren als Hauptfortsatz zu bezeichnen.

3. Zu den Zellen, die nur Dendriten haben, gehören die sogenannten „Spongioblasten“, die ich aus dem unten angeführten Grunde pararetikuläre Zellen nennen will²⁾.

Es sei hier noch erwähnt, das Dogiel (15) bei einigen Tieren

¹⁾ Zur Nomenklatur sei hier bemerkt, dass sämtliche inneren Fortsätze der Zellen der Retina als absteigende und sämtliche äussere als aufsteigende bezeichnet worden sind. Horizontal bedeutet die der Oberfläche der Netzhaut parallele Richtung.

²⁾ Ramón y Cajal (12) beschreibt unter diesen Zellen bei niederen Wirbeltieren mit dem Namen „nervöse Spongioblasten“ Elemente, die mit Optikuszellen zusammenhängen; diese würden natürlich zu den an erster Stelle genannten Zellen gehören müssen.

Nervenzellen beschreibt, deren Typus von den hier aufgestellten wesentlich abweicht. Da auf diese aber noch im speziellen Teil der Arbeit eingegangen werden muss, ausserdem ihre Existenz durchaus nicht allgemein anerkannt ist, so kann hier auf ihre Besprechung verzichtet werden.

Die zweite Art der Fortsätze der Nervenzellen sind die schon mehrfach erwähnten Dendriten. Über ihre Natur sind die Meinungen immer noch verschieden, die einen halten sie für nervös, die anderen für nicht nervös, d. h. die einen glauben, dass sie zur Fortleitung irgend eines Reizes dienen, die anderen, dass sie nur Ernährungsapparate der Nervenzellen vorstellen. Zur Stütze dieser letzteren, sicher sehr auffallenden Ansicht führt Golgi und sein Schüler Sala an, dass die Dendriten sich mit einer zarten Verbreiterung an die Gefässe ansetzen. Diese Beobachtung ist von vielen Seiten als falsch erkannt worden, und man kann an Methylenblaupräparaten, die wohl zur Beurteilung dieser Frage viel wichtiger sind als die Golgipräparate, sehr leicht sehen, dass niemals irgend ein Zusammenhang dieser Äste mit den Gefässen existiert, sondern dass sie, ohne auch nur die geringste Änderung in ihrer Struktur oder in ihrem Volumen erfahren zu haben, über die Kapillaren fortziehen und frei endigen.

Dass diese Fortsätze lediglich zur Ernährung der Zellen dienen sollten, kann man auch schon deswegen nicht glauben, weil es viele Beispiele giebt, wo sie zweifellos der Fortleitung dienen. Als Beispiel von den Zellen der Netzhaut mögen hier nur die bipolaren und inneren Ganglienzellen dienen. Die aufsteigenden Fortsätze beider eben genannter Zellen müssen zweifellos der Leitung dienen, sonst könnte man sich den Lichtreiz von den Stäbchen und Zapfen auf keine Weise fortgeleitet denken, es würde dann jedes Zwischenglied zwischen den Sehepithelien und den Optikusfasern fehlen.

Die Thatsache, dass die doch gewiss leitenden Nervenfasern des Optikus häufig aus einem Dendrit entspringen, soll hier als

weiterer Beweis für ihre nervöse Natur nicht herangezogen werden, da der eben genannte Grund wohl schon ausreichen dürfte.

Man muss deswegen die Dendriten im allgemeinen für nervös halten und man kann wohl annehmen, dass sogar die Hauptfortsätze vielleicht nur für spezielle Funktionen modifizierte Dendriten sind.

Eine weitere Frage, die namentlich in letzter Zeit ausserordentliche Bedeutung erlangt hat, ist die, ob Anastomosen zwischen Dendriten verschiedener Ganglienzellen vorhanden sind oder nicht. Ganz besonders schroff stehen sich die Ansichten Ramón y Cajals und Dogiels gegenüber, die beide Anhänger gefunden haben. Am unduldsamsten ist, wenigstens in seinen neuesten Veröffentlichungen, Ramón y Cajal (9-12). Er behauptet, dass jeder der eine Anastomose zwischen den Ganglienzellen der Retina sieht, von einem unglücklichen Vorurteil befangen ist. Mit ähnlichem Eifer, wenn auch wohl nicht ganz so begeistert, verteidigt Dogiel (13-15) die Existenz von zahlreichen Anastomosen, allerdings nur zwischen ganz bestimmten Arten von Ganglienzellen. Wie verderblich aber ein dogmatischer Standpunkt für das Fortschreiten unserer Kenntnisse im allgemeinen ist, hat die Geschichte der Wissenschaft oft bewiesen. Damit soll durchaus nicht gesagt werden, dass z. B. Cajal etwa nicht Recht haben könnte, es soll nur darauf hingewiesen werden, dass er bei seiner Ansicht in einem ähnlichen Vorurteil befangen ist, wie er es den Gegnern zum Vorwurf macht, und das ruhige und gelassene Abwägen des Für und Wider unter allen Umständen die einzig berechtigte Untersuchungsart bleibt.

Vor allen Dingen ist es wichtig, bei Entscheidung der Frage nicht einseitig vorzugehen, sondern sowohl die Golgi'sche wie die Methylenblaumethode zum Urteil heranzuziehen. Cajal hat fast ausschliesslich die Silberchromatmethode angewendet, denn die Methylenblaumethode benutzte er erst in der aller-

letzten Zeit und seine schärfsten Urteile datieren von früher her. Dogiel hat wieder ganz allein das Methylenblau benutzt.

Meiner Meinung nach ist die Golgi'sche Methode sehr wenig geeignet diese Frage zu entscheiden, denn ihre Eigentümlichkeit, ganz isoliert einige Elemente zu färben, und diese auch häufig nur teilweise, ist nicht gerade empfehlenswert. Auch kann ein Gegner da, wo man glaubt den Zusammenhang der Fortsätze zweier Zellen zu sehen, sagen dass nur eine Berührung, keine organische Verbindung vorhanden sei. Die Strukturen sind eben durch den imprägnierenden schwarzen Niederschlag vollkommen ausgelöscht. Anders mit der Methylenblaumethode.

Hier färben sich die Ganglienzellen mit ihren Ausläufern, soweit man das überhaupt beurteilen kann, so vollständig wie möglich, und man könnte da eventuell ein Übergehen der Farbe von einem auf den anderen mit ihm anastomosierenden Fortsatz beobachten. Ich habe nun gerade auf diese Anastomosen hin eine sehr grosse Anzahl von Netzhäuten, der Säuger die gut mit Methylenblau gefärbt waren, untersucht. (Namentlich gute Dienste hat mir wegen der Grösse der Elemente die des Pferdes geleistet.) Wie ich gleich von vorne herein bemerken will, habe ich Anastomosen, oder ich will lieber sagen den Zusammenhang von Fortsätzen verschiedener Zellen, die wie Anastomosen aussehen, nur bei den aufsteigenden Fortsätzen der bipolaren Zellen gesehen. Sonst aber bei keiner einzigen Zellenart, wie ich im Gegensatz zu Dogiel behaupten muss, der auch in seiner letzten Abhandlung anastomosierende Äste von enormer Dicke zwischen je zwei Nervenzellen aus der inneren gangliösen Schicht der Retina des Menschen beschreibt.

Ich habe gerade auf diesen Punkt eine sehr grosse Sorgfalt bei meinen Untersuchungen verwendet und mich bemüht die Bilder, die sich mir darboten sine ira et studio zu beurteilen; ich konnte mich also z. B. nicht entschliessen, wenn ich einen Fortsatz einer Zelle in einen anderen einer benachbarten Zelle

übergehen sah, zu sagen, das kann und darf keine Anastomose sein, sondern bemühte mich mit allen optischen Hilfsmitteln einfach die Thatsache zu konstatieren.

Auf den ersten Blick scheinen namentlich bei den grossen Ganglienzellen der inneren gangliösen Schicht in gelungenen Präparaten zahlreiche deutliche Anastomosen da zu sein; aber, wenn man einen Fortsatz, so weit wie möglich, auf das allergenaueste verfolgt, dann sieht man ihn feiner und feiner werden und endlich, nachdem er varikös geworden ist, frei endigen. Den Einwand, den man mir machen könnte, ich habe nicht das Ende der Färbung abgewartet, sondern zu früh fixiert, den habe ich mir selber auch gemacht, und so lange gewartet und beobachtet, bis schliesslich die Präparate zu verderben anfangen — aber Anastomosen fanden sich nur in dem einen Falle.

Es ist noch zu betonen, dass meine Untersuchungen sich lediglich auf die oben genannten Säugetiere beziehen. Bei Fröschen glaubte ich früher mit Sicherheit Anastomosen auch zwischen den zuletzt erwähnten Ganglienzellen gesehen so haben, ich behalte mir dies aber einer erneuten Untersuchung mit der von Apáthy modifizierten Methode vor.

Die Anastomosen zwischen den aufsteigenden Dendriten der Bipolaren kann man übrigens auch bei Golgipräparaten sehen, wo ich ihnen aber aus den eben erwähnten Gründen keine sehr grosse Beweiskraft zuerkennen möchte.

Die Frage, warum einmal zwischen Ganglienzellen Anastomosen vorkommen, das andere mal nicht, kann ich natürlich ohne weiteres nicht beantworten. Die Thatsache selbst scheint mir a priori nicht unwahrscheinlich; giebt doch selbst Ramón y Cajal bei Sympathikusganglienzellen und bei Insektennervenzellen Anastomosen zu¹⁾.

¹⁾ Ich weiss allerdings nicht, ob er in letzter Zeit diese frühere Beobachtung noch aufrecht erhält, denn er erwähnt in seinen neuesten Arbeiten nichts mehr davon.

Eine weitere wichtige Frage ist wie oben erwähnt, die nach dem Vorhandensein von granulierter Substanz in den retikulären Schichten, von denen die innere den grössten Raum einnimmt und am eingehendsten beschrieben worden ist; deshalb soll auch sie hier besonders und an erster Stelle besprochen werden. Pacini (38) war der erste, der sie genauer beobachtet hat; er glaubte, dass sie aus grauen im Meridian des Auges verlaufenden Nervenfasern, die in einer granulösen Substanz eingebettet sind, bestehe. Blessig (4) hielt diese Schicht aber für vollständig bindegewebig. Sämtliche neueren Untersucher stimmen aber darin überein, dass ihr im wesentlichen nervöse Funktionen zuzusprechen seien.

Es stehen sich aber in Betreff ihrer histologischen Struktur sehr verschiedene Ansichten gegenüber. Die eine ist zuerst von Vintschgau (49) aufgestellt worden; er sieht die fragliche Schicht als eine homogene Masse an, in die zahlreiche feinste Körnchen eingebettet sind. Heinrich Müller (34), der diese Schicht bei niederen Wirbeltieren und beim Menschen untersucht hat, glaubt auch an das Vorhandensein einer von Körnchen durchsetzten Masse, hält es aber für sehr schwierig an allen Stellen genau zu unterscheiden, was faserig und was bloß körnig ist. Er weist auch auf die ähnliche im Gehirn und Rückenmark vorkommende Substanz hin, hält deren Identität aber nicht für erwiesen.

Henle und Merkel (21) jedoch, die ihre Untersuchungen hauptsächlich auf die nervösen Centralorgane ausgedehnt haben, und überall in weiter Verbreitung die Granula nachgewiesen haben, glauben dass in beiden Organen dieselbe Substanz vorhanden sei. In Retzius (39) hat diese Meinung im Jahre 1871 einen weiteren Vertreter gefunden; in einer späteren (1881) Veröffentlichung (40) hat er jedoch eine wesentlich andere Ansicht aufgestellt, von der noch eingehend die Rede sein soll.

Etwas anders ist ihre Struktur von Max Schultze (47)

aufgefasst worden; er glaubt, dass diese Substanz aus einer „Mischung des von den radiären Stützfasern ausgehenden, sehr fein geflochtenen Netzwerkes der spongiösen Binde substanz mit verschwindend dünnen Nervenfasern“, die einen wesentlichen Bestandteil darstellen sollen, gebildet werde. Er lässt es aber „unentschieden, ob neben feinen und feinsten Nervenfasern und den Fasern und Netzen der Binde substanz noch eine gewisse Menge feiner Körnchen unbekannter Natur vorhanden sei, wie es den Anschein hat, oder ob Nervenfibrillen und spongiöse Binde substanz in ihrer eigentümlichen Anordnung ausreichen das feinkörnige Aussehen zu erzeugen“.

Dieser Ansicht schlossen sich Köl liker (25), Manz (30) und Heinemann (20) an. Auch Borysiekiewicz (5), der neuerdings histologische Studien an Netzhäuten von selten zu erlangenden Tieren gemacht hat, glaubt an eine netzförmige Anordnung, in deren Maschen eine feingranulierte Substanz zu sehen ist.

Schultze glaubt, dass dies Netzwerk hauptsächlich bindegewebiger Natur sei, während W. Müller (36), der sonst ähnliche Anschauungen von dieser Schicht hat, ein „Neurospongium“ als wesentlichen Bestandteil annimmt, das als Produkt seiner „Spongioblasten“ aufzufassen ist.

Die bindegewebige Natur des Netzwerkes hat aber Schwalbe (43) nach chemischen Untersuchungen mit Recht geleugnet und er ist es auch, der noch eine dritte Ansicht über die „granulierte Schicht“ aufstellt. Er glaubt nicht an das Vorhandensein von isolierten Körnchen in der Grundsubstanz, sondern hält das optische Phänomen der Granulierung für bedingt durch die zahlreichen Maschen und Durchschnitte der Fasern. Mit dieser Auffassung erklärt sich im grossen und ganzen auch Retzius (40) in der oben erwähnten späteren Arbeit einverstanden. Er sagt: „Das ganze Gewebe stellt ein Retikulum von kurzen, feinen, etwas verschieden dicken Bälkchen dar, welche nach allen

Richtungen hin sich miteinander verbinden. — In den Bälkchen mit ihren Fortsätzen sieht man keine Struktur, vor allem keine Körnchen.“ In den Lücken der Fasernetze glaubt er eine klare Flüssigkeit nachgewiesen zu haben, und er hält das System von Lücken für ein Saftbahnsystem.

Nach meinen Untersuchungen, die sowohl an Golgi- wie an Methylenblaupräparaten dasselbe zeigten, muss ich mich der Ansicht anschliessen, dass in dieser fraglichen Schicht keine granuliert Grundsubstanz nachzuweisen ist. Die Unzahl von feinen und feinsten Fasern reicht vollkommen aus, um das charakteristische granuliert Aussehen zu erklären.

Es ist nicht richtig, wie Schwalbe und Retzius annehmen, dass hier ein wirkliches Netzwerk besteht, sondern es wird nur ein äusserst feiner Filz von den Fasern gebildet¹⁾. Sämtliche Fasern der im speziellen Teil genauer zu besprechenden Zellen verflechten sich innigst miteinander und nehmen fast den ganzen Raum der in Rede stehenden Schicht ein²⁾. Es hindert allerdings nichts zwischen diesem Filz wie überall eine Grundsubstanz anzunehmen, die aber nicht, wie Retzius will, ein Saftlückennetz darstellen muss, sondern dieselben anatomischen Eigenschaften hat, wie an anderen Stellen auch. Für physiologische Erklärungen kann man theoretisch der Grundsubstanz an dieser Stelle, wo die zahlreichen verschiedenartigen Elemente zusammentreffen, spezifische Eigenschaften wohl zusprechen; die mikroskopische Untersuchung kann aber keine sichtbare Unterlage dafür konstatieren.

Ob die granuliert Substanz im Centralnervensystem auch denselben Bau zeigt, müssen noch weitere Untersuchungen lehren.

1) Aus dem Grunde passt für diese Schicht der Ausdruck „retikulär“ nicht, ich glaubte aber diesen Namen doch beibehalten zu dürfen, da er bequem und allgemein gebräuchlich ist.

2) Als Beispiel dafür, dass ein Durchschnitt von einem dichten Filz ein granuliert Aussehen vortäuschen kann, sei das Fibrin erwähnt, dessen Zusammensetzung aus feinen Fasern allgemein bekannt ist.

Die äussere „granulierte“ Schicht, die von Henle so benannt wurde, zeigt im wesentlichen dieselben Strukturverhältnisse, nur sind dort die Meinungen nicht mehr so geteilt; man ist jetzt wohl nach dem Vorgange von Ramón y Cajal allgemein der Ansicht, dass sie nur aus einem Filz der dort endigenden Elemente besteht.

Ganz abweichend sind allein die Ansichten von W. Krause (27), der eine *Membrana fenestrata* und eine *Membrana perforata* in dieser retikulären Schicht beschrieben hat, die aber niemals allgemeine Anerkennung gefunden haben.

Spezielle Beobachtungen.

Schicht der Stäbchen und Zapfen und äussere Körnerschicht.

Diese beiden Schichten sollen bei der Beschreibung deswegen zusammengefasst werden, weil sie miteinander die Sehepithelien darstellen. Die *Membrana limitans externa* ist weder mit Golgi'scher noch mit Ehrlich'scher Methode gefärbt zu erhalten, natürlich ist sie aber an allen Präparaten leicht zu sehen.

Mit Methylenblau lassen sich alle hierhergehörigen Elemente nur sehr schwer und unvollkommen färben, weswegen der Schilderung im wesentlichen die Silberpräparate zu Grunde liegen.

Die Stäbchen-Innen- und Aussenglieder färben sich nach Golgi gewöhnlich sehr dunkelbraun und bieten nichts, was sich von den allbekannten Darstellungen unterscheidet. Genauere Strukturverhältnisse sind an so gefärbten Präparaten nicht zu erkennen.

Neben diesen Bildern kann man auch beim Ochsen ähnliche erhalten, wie sie Baquis (3) beim Marder beschreibt. Man sieht nämlich von der *Membrana limitans externa* nach aussen die Stäbchenfaser nicht in das glatte Stäbchen übergehen, sondern die Faser verdickt sich etwas, bildet dicke Varikositäten und endet

in verschiedenen Höhen der Stäbchenschicht entweder mit einem kleinen Knöpfchen, oder mit einer kleinen spitzen Faser.

Diese Formationen sind entweder als unvollkommene Imprägnationen aufzufassen, oder als besondere Arten von Stäbchen, oder endlich als Innenteile von Stäbchen, deren nicht gefärbte Hülle dann die bekannte Form dieser Gebilde erst zu stande kommen lassen würde. Baquis versucht nicht in seiner Abhandlung eine Erklärung dieses doch auffallenden Bildes zu geben. Mir scheint die zuletzt angedeutete Möglichkeit als die wahrscheinlichste, denn nach den sonst üblichen Methoden kann man die Stäbchen doch immer nur als gleichmässige, glatte Gebilde neben einander liegen sehen.

Die Zapfen färben sich ebenfalls in Zusammenhang mit ihrer Faser vollständig gleichmässig und lassen weder am Aussen- glied noch am Innenglied die bekannten Details erkennen.

Die Stäbchenfasern, die von der Limitans externa bis zur äusseren retikulären Schicht reichen, haben einen leicht geschlängelten Verlauf und sind deutlich varikös. An irgend einer Stelle liegt eingeschaltet das Stäbchenkorn, dessen Mitte gewöhnlich durchscheinend braunrot erscheint. Eine Querstreifung ist nicht zu erkennen.

An der äusseren retikulären Schicht endet die Faser mit einem kleinen Knöpfchen.

Wenn das Faserkorn ganz dicht an der retikulären Schicht liegt, bildet es selber die Endigung der Faser, wenigstens habe ich trotz vielfacher Bemühungen keine Fortsetzung der Faser in absteigender Richtung wahrnehmen können.

Im Gegensatz zu den Stäbchenfasern sind die Zapfenfasern immer ganz glatt und schwellen vor ihrer Endigung konisch an; von dieser Verbreitung gehen dann in horizontaler Richtung zahlreiche feine Fasern ab, die ohne Varikositäten endigen. Die Endigungen liegen in der äusseren retikulären Schicht mehr nach innen, als die der Stäbchenfasern (Taf. XXV/XXVI, Fig. 1 a, b).

Die von Merkel (31) zuerst beschriebene und von Schwalbe und Krause bestätigte Scheide der Zapfenfaser ist an Golgipräparaten nicht als solche nachzuweisen, wahrscheinlich fallen aber die Konturen der geschwärzten konischen Anschwellung der Zapfenfasern und die der Scheide zusammen. Ebenso wenig ist ein Aufschluss über die Ringe, die zwischen dem Ende der Zapfenfaser und der zu ihr gehörigen bipolaren Zelle, von Merkel zuerst beschrieben worden sind, mit Golgi'scher Methode zu erlangen.

Über den Zusammenhang der Fasern der Sehepithelien mit den benachbarten bipolaren und horizontalen Zellen der äusseren gangliösen Schicht stehen zwei Ansichten schroff einander gegenüber. Tartuferi (48) und Baquis (3) zeichnen ausserordentlich zahlreiche Fasern zwischen den Endigungen der eben erwähnten Elemente, die einen kontinuierlichen Zusammenhang derselben beweisen sollen, Ramón y Cajal (12) verwahrt sich auf das Allerentschiedenste gegen eine derartige Auffassung und behauptet, dass die Endigungen der Stäbchenfasern in gabelförmigen Endfasern der genannten Zellen der äusseren gangliösen Schicht eingebettet liegen, und dass die Enden der Zapfenfasern nur in Berührung mit den zugehörigen Ganglienzellen treten sollen.

Dogiel (13) kann nach seinen Methylenblaupräparaten bisher kein sicheres Urteil abgeben.

Diese Frage ist von grosser prinzipieller Bedeutung und zwar nicht deswegen, weil es sich hier um Anastomosen zwischen Ganglienzellen handelt — denn ich sehe keinen Grund ein, diese Sehzellen nach Retzius (41), Cajal und Kölliker (26) durchaus als Ganglienzellen ansehen zu müssen —, sondern weil hier die Frage zur Erörterung kommt, ob Verbindungen zwischen Elementen epithelialer und nervöser Natur existieren.

Diese Möglichkeit ist an Golgipräparaten nicht ganz leicht zu entscheiden, da nicht sehr oft beide verschiedenartigen Elemente an denselben Schnitten gefärbt sind. Ich habe aber

einige Präparate gesehen, wo ganz deutlich eine Faser der bipolaren Zelle an ein Endknöpfchen der Stäbchenfaser herantrat (Fig. 16). Man kann freilich aus solchen Präparaten, wie vorher bei der Frage nach den Anastomosen zwischen Ganglienzellen genauer erörtert wurde, noch nicht mit absoluter Sicherheit auf eine wirkliche organische Verschmelzung beider Elemente schliessen, doch hat die Faser der Ganglienzelle, die zu dem Stäbchen hintritt, wie aus der Fig. 16, Taf. XXVIII ersichtlich ist, einen ganz besonderen Verlauf, um zu dem Endknöpfchen zu gelangen. Solche Bilder, wie das eben angeführte, haben meiner Meinung nach für diese Frage eine grosse Bedeutung und man darf sie nicht ohne weiteres ausser Acht lassen und sagen, dass eine derartige Verbindung unmöglich ist.

Früher ist, wie ich noch bemerken muss, von Merkel behauptet worden, dass die Knöpfchen am Ende der Stäbchenfasern nicht das wirkliche Ende derselben sind, sondern dass noch Fasern von ihm nach der äusseren retikulären Substanz gingen. Einen Zusammenhang mit einer bipolaren Zelle hat er aber nicht nachweisen können.

Dass die Zapfenendfasern mit den Bipolaren zusammenhängen, habe ich bisher nicht konstatieren können, Merkel hat sie aber mit seiner Isolationsmethode dargestellt.

Sehr zu bedauern ist, dass die Ehrlich'sche Methode zur Beurteilung dieser Verhältnisse nur so unvollkommen zu gebrauchen ist, wahrscheinlich ist aber von ihr, wenn die Technik sich vervollkommen lassen sollte, Aufschluss zu erlangen.

Äussere retikuläre Schicht.

Im allgemeinen Teil wurde schon hervorgehoben, dass hier nur eine dichte Durchflechtung der Endigungen der Elemente der beiden angrenzenden Schichten anzunehmen ist. Es treten an dieser Stelle die Endknöpfchen der Stäbchenfasern, die Ästchen der Füsse der Zapfenfasern einerseits und die gleich näher zu beschreibenden Ausbreitungen der verschiedenen Arten

der bipolaren und horizontalen Zellen andererseits zusammen. Endlich schicken auch noch die Müller'schen Radialfasern feine Zweige hierher.

Dadurch, dass sich die Endigungen der zuerst genannten Elemente in verschiedener Höhe ausbreiten, kommt hier eine deutliche Schichtung zustande, die schon von W. Müller beschrieben wurde. Am weitesten nach aussen liegen nämlich die Enden der Stäbchenfasern und der zu ihnen hintretenden Bipolaren, während die Zapfenfaserfüsse mit ihren zugehörigen Bipolaren mehr nach innen liegen.

Die Zellen, die mehr oder weniger vollständig in diese Schicht von innen her hineinragen, sollen zusammenhängend in der folgenden Abteilung der Retina beschrieben werden.

Äussere gangliöse Schicht.

Diesen von Henle eingeführten Namen kann man sehr wohl beibehalten, da er bezeichnender ist als innere Körnerschicht, denn es liegen in ihr verschiedene Arten von Ganglienzellen, die mit den später zu schildernden inneren Ganglienzellen teilweise in Beziehung treten.

Die einzelnen Arten von Ganglienzellen dieser Schicht sollen nicht nach dem Vorgange von Ramón y Cajal ebenso vielen verschieden benannten Lagen zugeteilt werden, da die Übersichtlichkeit des Baues der Retina dadurch wohl ganz abhanden gehen muss.

Es gehören drei Gruppen von Ganglienzellen dieser Schicht an.

1. Die horizontalen Zellen (Ramón), die von verschiedenen Autoren leider ganz verschieden benannt worden sind, z. B. basale Zellen, tangential Fulkrumzellen (W. Müller [36]), sternförmige oder subepitheliale Zellen (Tartuferi [48]). Die Bezeichnung „horizontal“ passt für diese Zellart wohl am besten, erstens deswegen, weil mit diesem Namen kein Vorurteil über

ihre Bestimmung erweckt wird, und zweitens, weil die vorwiegend horizontale Ausbreitung ihrer Fortsätze für sie ungemein charakteristisch ist.

2. Die bipolaren Zellen, die jetzt wohl allgemein so genannt werden. Sie entsprechen den von W. Müller unter dem Namen Ganglion retinae zusammengefassten Zellen. Da diese letztere Bezeichnung durchaus nicht glücklich gewählt ist, soll sie auch von mir nicht mehr angewendet werden.

3. Die pararetikulären Zellen. Mit diesem Namen mögen die von W. Müller sogenannten „Spongioblasten“ bezeichnet werden. Das Bedürfnis diesen Namen fallen zu lassen, da er eine mindestens unbewiesene Funktion diesen Zellen zuerteilt, ist in letzter Zeit allgemein anerkannt worden. Ramón y Cajal hat für sie einen neugebildeten Namen vorgeschlagen; er nennt sie „Amakrinen“, womit er bezeichnen will, dass diese Zellen sich durch das Fehlen eines langen Fortsatzes (Hauptfortsatzes) auszeichnen. Wenn er aber zur Schicht der Amakrinen Zellen rechnet, die einen Nervenfortsatz haben, wie sie z. B. bei den Fischen etc. vorkommen, so ist damit die Berechtigung dieses Namens hinfällig geworden. Das Wort „pararetikulär“ bezeichnet aber nur ihre Lage, die fast ganz konstant dicht an der Grenze der inneren retikulären Substanz ist.

Diese letztere Thatsache hat von vornherein überhaupt den Anlass gegeben, sie als besondere Zellen zu klassifizieren, und so scheint es wohl angängig ihnen einen Namen zu geben, der diesen Umstand besonders hervorhebt.

Es sollen nun die eben aufgezählten Zellarten ausführlich beschrieben werden.

1. Die horizontalen Zellen. (Taf. XXV, Fig. 1 i, k
5, 6, Taf. XXVII, Fig. 26, 27.)

Diese Zellen sind schon von Müller (35) 1851 beschrieben, dann von Leydig (29) bestätigt worden. Später haben sie

M. Schultze (46), W. Krause, Rivolta (42), Golgi, Manfredi (19), Schwalbe (44), Merkel (32) und Kölliker (25) genauer untersucht; sie sind aber ganz verschieden gedeutet worden. In letzter Zeit hat Schiefferdecker (45) und dann Tartuferi (48), Dogiel (13) und Cajal (6—12) die eingehendsten Beschreibungen von ihnen geliefert.

Schiefferdecker, der sie konzentrische Stützzellen im Gegensatz zu den schon länger bekannten radiären Stützzellen nennt, beschreibt ihrer Lage nach drei verschiedenen Arten:

1. äussere konzentrische Stützzellen,
2. innere konzentrische Stützzellen,
3. mittlere konzentrische Stützzellen,

gibt aber an, dass er die äusseren Zellen bei den Säugetieren nicht gefunden habe.

Tartuferi, der diese Zellen zuerst mit der Golgi'schen Methode dargestellt hat, beschreibt zwei Arten:

1. sternförmige Zellen von mittlerer Grösse; sie liegen am weitesten nach aussen,
2. sehr grosse Zellen, die mehr nach innen von den eben geschilderten liegen. Ihre Protoplasmafortsätze sind sehr dick, sie haben ausserdem einen horizontal verlaufenden Hauptfortsatz und einen absteigenden Fortsatz, der sich in der inneren retikulären Substanz verzweigt.

Dogiel beschreibt, wenn er auch der Grösse nach zwei Abteilungen unterscheidet, wie Ramón y Cajal ganz richtig bemerkt, nur die Zellen, die Tartuferi in seiner zweiten Klasse unterbringt.

Ausserdem behauptet er, dass sie einen Achsencylinderfortsatz haben, der zur Optikusnervenfaser wird.

Ramón y Cajal teilt diese Zellen in zwei Hauptklassen:

1. äussere horizontale Zellen,
2. innere horizontale Zellen,

letztere sind sehr grosse, ausgebreitete Zellen und lassen sich

noch in zwei Unterabteilungen scheiden: die einen haben einen absteigenden Fortsatz, während die andere ihn entbehren.

Die wichtigste Thatsache bei der Beurteilung dieser horizontalen Zellen ist jedenfalls die, dass einige einen oder mehrere absteigende Fortsätze haben, und andere ohne solche Fortsätze sind. Darnach sollen sie hier eingeteilt werden:

1. in Zellen, die absteigende Fortsätze entsenden (Taf. XXV, Fig. 1 i) und

2. in Zellen, die nur horizontale Fortsätze haben (Fig. 1 k).

Ob die eine Art mitunter mehr nach aussen, die andere mehr nach innen liegt, halte ich dabei für ziemlich unwesentlich.

Die Zellen der ersten Art sind von sehr grossen Dimensionen. Ihr Zelleib ist sehr gross, viel grösser als der irgend einer Zelle in den äusseren Schichten der Retina. Ihre aufsteigenden Dendriten sind dick und entsenden ziemlich kurze, zahlreiche, meist sehr feine Ästchen. Gewöhnlich entsenden sie nur einen absteigenden Fortsatz, der breit aus einer konischen Zuspitzung der inneren Seite des Zelleibes entspringt. Es kommen aber an dieser Stelle, wie man an einigen Präparaten sehen kann, auch zwei gleich dicke Äste aus der Zelle heraus.

Diese absteigenden Fortsätze gehen in die mittleren Schichten der inneren retikulären Substanz und schicken dort mehrere ziemlich schnell feiner werdende, horizontal verlaufende kurze Zweige ab.

Ausserdem haben sie noch einen langen horizontal verlaufenden Hauptfortsatz.

An Golgipräparaten ist dieser sehr bemerkenswerte Fortsatz gewöhnlich nicht auf lange Strecken zu verfolgen. An Methylenblaupräparaten, namentlich an der Netzhaut des Pferdes, das diese Elemente sehr zahlreich besitzt, kann man diesen Fortsatz aber auch bei schwachen Vergrösserungen durch viele Gesichtsfelder hin verfolgen. Er ist dort, ebenso wie die ganze Zelle, hellblau gefärbt, und unterscheidet sich schon dadurch

ganz deutlich von den tiefblau gefärbten Optikusnervenfaser. Ich habe auch nie beobachtet, dass er einmal in eine Optikusfaser übergeht, wie das Dogiel an der Netzhaut des Menschen gesehen haben will. Kollateraläste sind bei seinem Austritt aus der Zelle nie zu sehen, dagegen kann man wohl seine Endverzweigung beobachten: die Faser teilt sich in drei bis vier dicke Äste, die z. T. konisch anschwellen und zahlreiche ganz feine sich weiter verästelnde Zweige besitzen (Taf. XXV/VI, Fig. 7).

Diese letzteren Bilder stimmen mit den von Cajal nach Golgipräparaten gezeichneten Abbildungen überein.

An Golgipräparaten ist ein direkter Übergang der Hauptfortsätze in diese Endausbreitung nicht leicht zu sehen; die stark sich verzweigenden Endigungen allein jedoch oft zu beobachten. Kurz vor der Endverzweigung sieht man feine kollaterale Ästchen abgehen.

Es scheint mir wichtig, noch einmal zu betonen, dass diese Hauptfortsätze sich an keiner Stelle ihres Verlaufes von den äusseren retikulären Substanz entfernen, sondern immer die Tendenz haben, ihre Endäste nach den Endigungen der Stäbchen- und Zapfenfasern zu schicken.

Die horizontalen Zellen, die zu der zweiten Art gehören, die oben namhaft gemacht wurde, sind im allgemeinen von geringerer Grösse (Taf. XXV, Fig. 1 k). Ihr Zelleib ist niemals so riesengross, wie der der eben beschriebenen. Er ist im Vergleich zu den Fortsätzen vielmehr ziemlich klein und zeigt sich nach den inneren Schichten der Netzhaut hin gewöhnlich etwas kugelig vorgewölbt. Die horizontal verlaufenden Dendriten sind sehr fein, sehr zahlreich und verästeln sich verhältnismässig sehr wenig. Ihre Enden neigen sich der äusseren retikulären Schicht zu; der Hauptfortsatz ist gewöhnlich kurz, verläuft horizontal und entsendet zahlreiche Kollateralen (Taf. XXVIII, Fig. 26). Es kommen jedoch auch Zellen mit sehr langen derartigen Fortsätzen vor, wie man wieder besser an Methylenblaupräparaten beobachten

kann. Die Zellkörper haben, was namentlich an Präparaten, die mit pikrinsaurem Ammoniak fixiert sind, deutlich hervortritt, viele dunkelblau gefärbte rundliche Stellen, die z. T. auch auf die Fortsätze übergehen. Cajal macht in einer Figurenerklärung auch darauf aufmerksam (Taf. XXVI, Fig. 5).

Die von Baquis (3) als *cellules piramidales communicantis* beim Marder beschriebenen Zellen sind offenbar nichts anders als horizontale Zellen mit absteigenden Fortsätzen. Eine Pyramidenform kann man ja auch bei den Zellen anderer Wirbeltiere erkennen, wenn auch nicht so in die Augen fallend, wie bei diesen offenbar schematisierten Abbildungen.

Anastomosen zwischen den Fortsätzen der benachbarten horizontalen Zellen habe ich bei Methylenblaupräparaten niemals beobachten können. Die Fortsätze der häufig ziemlich dicht nebeneinander liegenden Zellen gehen vielfach durcheinander, zeigen aber niemals einen organischen Zusammenhang (Taf. XXV, Fig. 6).

Die von Cajal an den Stellen, wo die Fortsätze sich teilen, beschriebenen dreieckigen Verbreiterungen, dürfen für diese Zellen durchaus nicht als irgend etwas charakteristisches angesehen werden, denn man findet dieselben Erscheinungen bei vielen anderen Zellen, namentlich schön z. B. bei den Optikusganglienzellen.

2. Die bipolaren Zellen.

Diese Zellen, die ihrer eigentümlichen Form nach schon lange bekannt sind, werden auch von den neueren Beobachtern Tartuferi, Dogiel und Ramón y Cajal, ziemlich übereinstimmend geschildert. Der letztere hat drei verschiedene Haupttypen aufgestellt, und damit eine Einteilung geschaffen, die auch der jetzt folgenden Beschreibung zu Grunde gelegt ist.

Das Hauptcharakteristikum der genannten Gebilde stellen die nach entgegengesetzten Seiten hin verlaufenden Fortsätze dar: diese haben nämlich eine aufsteigende und absteigende

Richtung, eine Thatsache, die ja auch bei der Benennung der Zellen ausschlaggebend gewesen ist.

Ihre Gestalt wechselt, wie Dogiel ganz richtig bemerkt hat, nach ihrer Lage in der äusseren gangliösen Schicht. Die näher an der äusseren retikulären Schicht gelegenen Zellen haben einen kegelförmig gestalteten (die Basis des Kegels liegt nach der äusseren retikulären Substanz hin), und die mehr nach innen liegenden einen nach zwei Seiten zugespitzten Körper, was ja leicht daraus zu erklären ist, dass sie schliesslich alle ihre aufsteigenden Fortsätze in die äussere und ihren absteigenden Fortsatz in die innere retikuläre Substanz einsenken müssen.

Die aufsteigenden Fortsätze sind im allgemeinen sehr zahlreich und fein, aber nie varikös, der absteigende Fortsatz geht immer als eine gleichmässig dicke Faser aus dem konisch sich zuspitzenden Zelleibe hervor und verästelt sich nach längerem oder kürzerem Verlaufe in ziemlich dicken varikösen Zweigen in der inneren retikulären Substanz¹⁾.

Nach der Gestaltung der Fortsätze kann man nun zunächst zwei Arten von Zellen unterscheiden.

a. Die aufsteigenden Fortsätze gehen in einem mehr oder weniger dichten Büschel zur äusseren granulierten Substanz; dabei teilen sich die Ästchen ziemlich oft dichotomisch. Der Verlauf der Fasern ist dabei also im allgemeinen ein radiärer, d. h. sie haben wenig Neigung sich in horizontaler Richtung auszubreiten. Die absteigende Faser geht bis in die untersten Lagen der inneren retikulären Substanz und verästelt sich mit zwei oder drei kürzeren, sich nicht wesentlich verjüngenden Zweigen, die meist am Ende ein wenig kolbig oder kugelig an-

¹⁾ Dieser absteigende Fortsatz wird von Cajal als Achsencylinderfortsatz gedeutet. Ich will ihn, wie vorgeschlagen, Hauptfortsatz nennen, denn er ist ja offenbar der längste Fortsatz, der auch noch spezielle fortleitende Funktionen haben muss. Am Schlusse der Auseinandersetzung über die Bipolaren komme ich noch einmal auf diese Frage zurück.

schwellen (Taf. XXV, Fig. 1. *d*). In welche Beziehung sie dann zu den dort liegenden grossen inneren Ganglienzellen treten, lässt sich nicht mit Sicherheit angeben. Jedenfalls bilden sie keine Anastomosen mit ihnen, wie man früher annahm. Cajal glaubt, dass sie die Ganglienzellenkörper teilweise umfassen, was ja auch wahrscheinlich wird, wenn man sieht, wie nahe die Fortsätze an jene Zelleiber herantreten.

b. Die andere Art von Bipolaren zeichnet sich zunächst dadurch aus, dass die aufsteigenden Fortsätze sich horizontal ausbreiten und sich ziemlich spärlich teilen. Nur einige wenige ganz kurze Ästchen gehen direkt nach aussen. Der Busch von Ästen macht dann den Eindruck, als wenn er von oben (aussen) her plattgedrückt worden wäre, weswegen Cajal diese Zellen auch des *cellules bipolaires à panache aplati* nennt. Diese Art von Zellen hat ausserdem die Eigentümlichkeit, dass sie immer ganz dicht an der äusseren retikulären Schicht liegen, während die vorher beschriebenen in verschiedenen Höhen in der äusseren gangliösen Schicht verteilt sind.

Der absteigende Fortsatz ist sehr verschieden lang, nie aber so ausgedehnt wie bei der ersten Art. Zum Teil verästelt er sich schon sehr bald, nachdem er den Zellkörper verlassen hat (Taf. XXV, Fig. 1 *e-h*, Taf. XXVII, Fig. 14 u. 15). Oft aber geht auch ein längerer Fortsatz in die innere retikuläre Schicht hinein und löst sich dann erst in die Endverzweigungen auf. Diese letzteren unterscheiden sich wesentlich von denen der vorher beschriebenen Zellen. Der Fortsatz teilt sich oftmals in ziemlich viele stark variköse dicke Äste, die immer mit einer Anschwellung enden; die Ausbreitung des Endbusches in horizontaler Richtung ist recht bedeutend und nimmt häufig einen grösseren Flächenraum ein als die der aufsteigenden Fortsätze derselben Zelle. Dadurch, dass diese Fortsätze in verschiedenen Höhen der retikulären Schicht enden, entstehen in dieser Schicht wieder einige Lagen, denen Cajal eine grosse

Bedeutung zuzulegen scheint, die aber meiner Meinung nach ungerechtfertigt ist, da die Zahl der Lagen durchaus wechselnd ist. Es ist eben hier dasselbe Prinzip durchgeführt, das wir so oft im Körper finden: um den nötigen Raum auf möglichst kleinem Flächenabschnitt für eine grössere Anzahl von Elementen zu gewinnen, liegen sie in verschiedenen Höhen.

Man sieht mitunter Zellen, wie sie auch Cajal beschreibt, deren absteigender Fortsatz sich in zwei verschiedene Lagen der retikulären Schicht ausbreitet (Taf. XXV, Fig. 1 h). Durch die Endigung dieser Fortsätze in verschiedenen Höhen der inneren retikulären Substanz, kommen diese Streifen zustande, die schon früher beschrieben sind und von denen unten die Rede sein soll.

Die Zahl der Zellen der zweiten Art tritt an Golgipräparaten ganz entschieden zurück gegenüber den Zellen der ersten Art. An Methylenblaupräparaten sind sie indes häufiger und leichter zu sehen, als die anderen. Unrichtig ist, was Cajal angiebt, dass sich die erste Art überhaupt nicht mit Methylenblau färbt. Anastomosen glaube ich, wie schon früher gesagt, nur bei den aufsteigenden Fortsätzen gesehen zu haben, nie bei den Absteigenden.

Die von Dogiel beschriebenen intraepithelial, d. h. zwischen den Stäbchen und Zapfen, endigenden aufsteigenden Fortsätze habe ich an Golgipräparaten nie sehen können. An Methylenblauflächenpräparaten, die etwas gedrückt wurden, damit von den Elementen Schrägansichten gewonnen werden konnten, sieht man wohl einige durch besondere Länge imponierende aufsteigende Fortsätze, diese konnten aber nie mit Sicherheit in die Stäbchen- und Zapfenschicht hinein verfolgt werden. Somit halte ich die Existenz derartiger Fasern, wie sie bei niederen Wirbeltieren sicher bekannt sind, für die Säugetiere doch noch nicht für bewiesen.

Terminale Netze, die ebenfalls Dogiel für die Endigungen

der aufsteigenden Fortsätze in Anspruch nimmt, wurden weder an Golgi- noch an Methylenblaupräparaten gesehen.

Cajal nimmt für die beiden oben erwähnten Zellarten noch einen sehr wesentlichen funktionellen Unterschied an. Die erste Art bringt er mit den Stäbchen (*bipolares para bastones*, *bipolaires à panache vertical ou destinés aux bâtonnets*), die zweite Art mit den Zapfen (*bipolares para conos*, *bipolaires à panache aplati ou destinés aux cônes*) in Beziehung. Diese Thatsache hat er zuerst an den niederen Wirbeltieren erkannt, und dann auch bei den Säugetieren bestätigt gesehen.

Auf Beschreibung der Verbindung der Zellen mit den Stäbchen- und Zapfenfasern kann hier verzichtet werden, da das Wichtigste davon oben schon gesagt wurde; zu der Hypothese Cajals soll aber nach meinen eigenen Beobachtungen bemerkt werden, dass es allerdings den Anschein hat, als ob die erste Art der Bipolaren mit den Stäbchen, und zwar jede einzelne Zelle mit mehreren Stäbchen in Beziehung tritt, ich glaube aber nicht, dass die zweite Art von diesen Zellen mit nur einem einzigen Zapfen zusammenhängt, aus dem einfachen Grunde, weil die Endausbreitung eines Zapfens meistens sehr viel kleiner ist, als die Ausbreitung eines aufsteigenden Busches der bipolaren Zelle. Deshalb muss man wohl annehmen, dass auch noch Stäbchen oder auch einzelne Fasern der naheliegenden Zapfenendigungen zu diesen Zellen gehören, da es nämlich schwer zu denken ist, dass mehrere Zapfen in ihrer gesamten Ausdehnung zu einer derartigen Zelle gehören können; dazu würde die Anordnung und die Länge der Äste doch nicht ausreichen¹⁾.

Ausser diesen beiden Arten von Zellen giebt es nun noch eine dritte, die Ramón y Cajal auch beschrieben hat. Es

¹⁾ Zwei verschiedene Arten von Bipolaren werden auch von Kuhnt (28) und Merkel (31) schon beschrieben, und Kuhnt behauptet, dass eine Bipolare nur mit einem Zapfenfusskegel in Zusammenhang steht.

sind dies Zellen mit ausserordentlich langen, horizontal verlaufenden aufsteigenden Fortsätzen; dieselben sind so lang, dass sie einen Flächenraum umfassen wie drei bis vier der eben geschilderten Zellen (Taf. XXV, Fig. 1 c).

Dem Verhalten ihres absteigenden Fortsatzes nach gehören sie zu der zweiten Art. Von ihnen kann man annehmen, dass sie mehrere Zapfen umgreifen können, und Cajal glaubt auch noch, dass sie zu den Stäbchen in Beziehung treten.

Im Anschluss an diese Haupttypen von Bipolaren will ich noch einige nicht sehr häufige aber bemerkenswerte Varietäten beschreiben, die ich an Golgipräparaten beobachten konnte.

Zunächst soll die Art erwähnt werden, die Dogiel zu den „subepithelialen“ (horizontalen) Zellen rechnet, während Cajal ähnlich gestaltete als *bipolaires déplacées* bei niederen Wirbeltieren, nie aber bei Säugern beschreibt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass im allgemeinen die auf- und absteigenden Fortsätze von derselben (inneren) Seite der Zelle entspringen, und zwar gewöhnlich von einem gemeinsamen ziemlich dicken Fortsatze des Zelleibes (Taf. XXVII, Fig. 2).

Diese bemerkenswerte Thatsache, dass aufsteigende wie absteigende Fortsätze der Bipolaren, wenigstens teilweise aus einem gemeinsamen Aste entspringen, der dann meist seitlich aus der Zelle kommt, habe ich mehrfach konstatiert.

Ferner sind Zellen zu beobachten, die ebenfalls Besonderheiten ihrer aufsteigenden Fortsätze haben und die Figuren 3, 4, 5 der Tafel XXVII zeigen, wie man sich die Entstehung derartiger Varietäten möglicherweise zu denken hat.

Die Zelle Fig. 3 hat ausser den normalen auf- und absteigenden Fortsätzen noch einen der seitlich aus dem Zelleib entspringt; bei der nächsten Zelle (Fig. 4) ist dieser seitliche Fortsatz dem absteigenden näher gerückt, und beide entspringen aus einem gemeinsamen kurzen Fortsatz der Zelle. Die Zelle Fig. 5 zeigt endlich das merkwürdige Verhalten, dass ein aufsteigender

Fortsatz aus dem absteigenden entspringt, was man wohl so erklären könnte, dass der eben erwähnte kurze gemeinsame Fortsatz in absteigender Richtung verlängert ist.

Diese an sich ziemlich seltenen Thatsachen würden hier nicht erwähnt werden, wenn ich nicht glaubte, dass sie von allgemeiner Bedeutung sind. Denn wenn man sieht, dass aus dem „Achsenzylinderfortsatz“ Dendriten entspringen, so wird dadurch die Berechtigung, ihn so zu nennen, doch hinfällig, und mir scheint hierfür der Name „Hauptfortsatz“ viel geeigneter zu sein.

Ob diese eben beschriebenen Bildungen, die beim ausgewachsenen Tiere zu finden sind, entwicklungsgeschichtlich zu erklären sind, kann ich nicht sagen, darüber müssen neue Untersuchungen Auskunft geben.

3. Die pararetikulären Zellen.

Mit diesem Namen sollen also die früheren „Spongioblasten“ bezeichnet werden, denn es ist aus dem oben angeführten Grunde wünschenswert, dass dieser alte Name endlich einmal aufgegeben werde.

Charakterisiert sind diese Zellen, wenigstens bei den Säugtieren, dadurch, dass sie keinen Hauptfortsatz haben, dass vielmehr sämtliche Fortsätze äusserlich gleichgestaltet sind, und dass sie sich mit ganz verschwindenden Ausnahmen an der äusseren Grenze der inneren retikulären Substanz befinden.

Ihrer Gestalt und der Endigung ihrer Fortsätze nach kann man im allgemeinen zwei Hauptarten unterscheiden:

1. solche, die alle ihre Fortsätze in verschiedenen Höhen der ganzen Dicke der inneren granulierten Schicht endigen lassen, und

- 2 solche, die ihre Fortsätze in eine bestimmte Lage dieser Schicht schicken.

Dogiel unterscheidet noch zwei Formen, die er beim Menschen gefunden haben will: beide haben die Eigentümlichkeit, dass sie Nervenfasern zum Nervus opticus schicken sollen.

Bei den einen geht dieser Fortsatz von dem Zelleibe selber aus, bei den anderen geht er aber von einer Vereinigung mehrerer konvergierender Protoplasmafortsätze derselben, oder auch verschiedener Zellen aus. Weder die erstere noch die letztere Tatsache, die besonders für unsere Auffassung von den Ganglienzellenfortsätzen von Bedeutung wäre, haben sich an meinen Präparaten trotz eifriger Nachforschungen konstatieren lassen. Auch Cajal (12) glaubt nicht daran.

Der Vorwurf, den Cajal der Methylenblaumethode macht, dass durch sie allein die erste der vorhin aufgestellten Zellarten gefärbt werde, ist sicherlich falsch. Es lassen sich auch damit die zur zweiten Kategorie gehörigen Zellen erkennen, wie die beigegebenen Figuren beweisen (Taf. XXV, Fig. 4).

Die Zellen der ersten Klasse, die also ihre Fortsätze in alle Lagen der inneren retikulären Schicht hineinsenden, lassen sich noch leicht in zwei verschiedene Unterabteilungen trennen.

a) Zellen mit nicht sehr grossem rundlichen Zelleib, der nach innen sich zuspitzend in einen dicken Fortsatz übergeht, dessen Ende bis dicht an die inneren Ganglienzellen heranreicht. Auf diesem Wege entsendet er radiär nach allen Richtungen zahlreiche sich stark verästelnde, variköse, mit Knöpfchen endigende dünnere Fasern. Diese Zellen haben etwas ungemein charakteristisches und man kann sie an Golgipräparaten ausserordentlich häufig beobachten, doch auch in Methylenblaupräparaten tritt ihre eigentümliche Form deutlich hervor (Taf. XXV, Fig. 1 g).

b) Die zweite Art hat einen rundlichen Körper, der an der inneren Seite zahlreiche feine, variköse Fortsätze in die verschiedensten Lagen der retikulären Schicht hineinsendet, die sich mit denen benachbarter Zellen in einen ungemein dichten Filz verflechten (Taf. XXV, Fig. 1 p, Taf. XXVII, Fig. 20). Auch sie sind an vielen Präparaten zu sehen.

Zu der zweiten Klasse der pararetikulären Zellen rechnet Cajal fünf verschiedene Zelltypen, die er danach unterscheidet,

dass sie sich in fünf verschiedenen Lagen der retikulären Schicht mit ihren Endästen ausbreiten.

Auf die Zahl dieser Lagen braucht man aus dem oben angeführten Grunde kein besonderes Gewicht zu legen, sondern man kann alle diese Zellen gemeinsam beschreiben, da sie doch einen gemeinsamen Haupttypus erkennen lassen.

Zunächst sind die Zellen zu erwähnen, die ihre Äste an der äusseren Grenze der retikulären Schicht ausbreiten (Taf. XXV, Fig. 1 *l*).

Ihr Körper ist, wie der aller folgenden Zellen auf dem Querschnitt der Retina rundlich, während er auf Flächenbildern, wo man auf die Zelle von oben herabsieht, häufig vieleckig erscheint. Die Fortsätze gehen, nachdem sie den Körper verlassen haben, horizontal ab, werden nach kurzem Verlauf fein varikös und haben oft eine ungemein weite Ausdehnung; man kann sie namentlich an Flächenbildern (auch bei schwachen Vergrösserungen) oft durch mehrere Gesichtsfelder hindurch verfolgen. Zuweilen kann man, natürlich nur an Querschnittsbildern, gerade bei diesen Zellen beobachten, dass sie auch einige kurze aufsteigende Fortsätze ausschicken (Taf. XXVII, Fig. 18). Es könnten diese Bilder dadurch erklärt werden, dass die Zellen schräg durch den Schnitt getroffen sind, aber die übrigen Teile des Präparates lassen eine solche Schnittführung nicht erkennen.

Die anderen hierher gehörigen Zellen haben das gemeinsame, dass sie einen dicken absteigenden Fortsatz entsenden, der dann nach verschieden langem Verlauf seine horizontalen Endäste abgibt (Taf. XXV, Fig. 1 *m-o*).

Nach der Grösse und geringen Abweichungen in der Gestalt der Zelleiber noch besondere Unterabteilungen bei diesen Zellen zu unterscheiden, wie es Cajal gethan hat, ist wohl überflüssig.

Als besonders auffallende Gebilde sollen noch hierhergehörige Zellen erwähnt werden, die namentlich auf Flächenbildern gut zu beobachten sind. Sie haben einen kleinen Zell-

körper und ungemein lange, wenige, feine Fortsätze, die mitunter nur nach zwei entgegengesetzten Richtungen von der Zelle ausgehen; in dem Falle erscheint die ganze Zelle wie eine sehr lange Faser mit einer Anschwellung, die vom Zellleibe eingenommen wird (Taf. XXVII, Fig. 23 a, b).

Die der zweiten oben aufgestellten Art angehörigen Zellen sind im allgemeinen in nicht sehr grosser Zahl in den Präparaten und demgemäss wohl auch in der ganzen Netzhaut zu finden. Sie stimmen in der Häufigkeit ungefähr mit der zweiten Art der geschilderten Bipolaren überein, und es scheint wohl berechtigt, einen Zusammenhang oder eine Zusammengehörigkeit dieser beiden Elemente zu vermuten. Anastomosen sind auch bei den pararetikulären Zellen, wie hier noch einmal betont sei, weder untereinander noch mit anderen Arten von Zellen gefunden.

Mitunter kann man bei Golgipräparaten wohl zu dieser Gruppe gehörige Zellen finden, deren Körper ganz in der retikulären Substanz gelegen sind und die auf- und absteigende Fortsätze entsenden. Sie müssen jedenfalls als deplacirte Zellen aufgefasst werden, wie es auch Cajal will. Sie sind sehr selten und man muss viele hunderte von Präparaten durchsuchen, ehe man eine solche findet.

Innere retikuläre Schicht.

Auch von dieser Schicht ist oben ausführlich die Rede gewesen und dabei hervorgehoben, dass ihr granuliertes Aussehen nicht einer mit Körnchen versehenen Grundsubstanz zuzuschreiben ist, sondern, dass die Körner nichts weiter sind, als Kreuzungspunkte und Querschnitte von feinen und allerfeinsten Fasern.

Diese Fasern entstammen von folgenden Zellen, deren Verästelung ganz oder zum grossen Teil in dieser Schicht erfolgt:

1. die eine Art von horizontalen Zellen, die absteigende Fortsätze haben;

2. die verschiedenen Arten von bipolaren Zellen mit ihren absteigenden Fortsätzen;
3. die pararetikulären Zellen mit allen ihren Fortsätzen;
4. die aufsteigenden Fortsätze der inneren Ganglienzellen;
5. die Müller'schen Stützzellen mit einem grossen Teil ihrer Ästchen;
6. die in der Nervenfasern- und inneren gangliösen Schicht liegenden Neurogliazellen mit einigen ihrer Fortsätze.

Von Wagner (50) ist zuerst an Vogelaugen in dieser Schicht eine deutliche konzentrische Streifung beschrieben worden, auch an Säugetieraugen ist sie dann später, wenn auch nicht so deutlich gesehen worden. Man konnte bisher für diese Erscheinung keine ausreichende Erklärung finden. Wenn man aber an Dicken-durchschnitten nach Golgi'scher Methode gut gefärbter Netzhäute sieht, wie die zweite Art der bipolaren und pararetikulären Zellen und bestimmte Arten der inneren Ganglienzellen in verschiedenen Höhen dieser Schicht enden, dann kann man sich das Zustandekommen dieser konzentrischen Streifung wohl erklären (Taf. XXV, Fig. 1, Taf. XXVII, Fig. 17, 19, 20).

Die Zahl der Streifen ist bei den verschiedenen Tierklassen verschieden, und findet in dem oben angeführten Grunde seine Erklärung.

Innere gangliöse Schicht.

Alle zu dieser Schicht gehörigen Ganglienzellen haben einen Hauptfortsatz, der zum Achsencylinder im Nervus opticus wird. Allerdings zeigen nicht immer alle Zellen an Golgipräparaten dies Verhalten, aber das hat wohl nur seinen Grund in der unvollständigen Imprägnation. Auch die Methylenblaupräparate zeigen durchaus nicht immer diesen Fortsatz im Zusammenhang mit der Zelle, was hier dadurch zu erklären ist, dass die Färbung der Zelle und des Fortsatzes nicht zu gleicher Zeit, sondern oft nacheinander eintritt.

Dieser Fortsatz, der hier also mit Recht Nervenfasersfortsatz genannt werden kann, entspringt meistens aus dem Leib der Zelle direkt, und zwar aus den inneren, seitlichen oder äusseren Abschnitten der Zelle, wie man leicht an Golgi- und Methylenblaupräparaten konstatieren kann.

Es kommt aber auch vor, dass er mit einem Dendriten aus einem kurzen, dicken Ast der Zelle entspringt, oder auch sogar von einem Dendriten, der sich schon geteilt hat (Taf. XXV, Fig. 2). Dieses letztere Verhalten kann man am leichtesten an Flächenpräparaten konstatieren.

An Methylenblaupräparaten kann man häufig sehen, dass die Nervenfaser kurz nach ihrem Austritt aus der Zelle eine mitunter leicht verdickte Stelle zeigt, die besonders intensiv gefärbt ist. Nachdem die Faser die Zelle verlassen, geht sie entweder gradlinig zur Nervenfaserschicht, oder erst nach einem bogenförmigen Verlauf. Ja, es ist sogar zu beobachten, dass sie einen geschlossenen Kreis um den Körper der Zelle herum beschreibt, um sich erst dann in die Richtung der übrigen Fasern zu begeben.

Über die Struktur der Zellen lässt sich nach Methylenblaupräparaten aussagen, dass eine deutliche Streifung von ausserordentlicher Feinheit an ihrem Protoplasma nachzuweisen ist, die sich auch mit Sicherheit auf die dickeren Fortsätze hin verfolgen lässt. An der Nervenfaser kann man aber diese Streifung nie beobachten, diese erscheint, sobald sie deutlich als solche zu erkennen ist, immer ganz homogen.

Die Dendriten teilen sich meist ganz regelmässig dichotomisch, und an den Teilungsstellen ist deutlich eine dreieckige Verbreiterung zu erkennen (Taf. XXV, Fig. 2). Ihre feinen Endigungen sind immer varikös.

Auf Querschnitten der Retina sind die Zellen nach der inneren Seite hin abgerundet, auf Flächenbildern aber haben

sie häufig eine polygonale Form, und man kann dann zugleich beobachten, dass alle Fortsätze aus einer konischen Zuspitzung des Zelleibes hervorgehen.

Anastomosen zwischen den Protoplasmafortsätzen verschiedener Zellen habe ich trotz eingehendster Untersuchungen auch an Methylenblaupräparaten nie beobachten können. Gerade diese grossen Ganglienzellen scheinen mir bei Beurteilung dieser Frage ein sehr geeignetes Objekt zu sein.

Bei niederen Wirbeltieren (Frosch) glaubte ich bei meinen früheren Untersuchungen sicher Anastomosen gesehen zu haben, es kann dies aber möglicherweise doch eine Täuschung sein, da ich damals die weit sichere Resultate liefernde Methode von Apáthy noch nicht angewendet habe. Erneute Untersuchungen werden auch darüber Aufschluss geben.

Die Gestalt der inneren Ganglienzellen ist eine ausserordentlich mannigfaltige, wie man besonders gut an Golgipräparaten sehen kann, da das Methylenblau, wie ich in Übereinstimmung mit Cajal gesehen habe, nicht alle Zellarten gleich gut färbt.

Nach der Verteilung ihrer Protoplasmafortsätze kann man drei Arten unterscheiden.

1. Die einen schicken ihre Fortsätze in alle oben erwähnten Lagen der inneren retikulären Schicht (Taf. XXV, Fig. 1 *r, w*. Taf. XXVII, Fig. 25).

2. Die anderen senden sie in zwei bis drei verschiedene Lagen dieser Schicht (Taf. XXV, Fig. 1, *v*).

3. Die letzten bevorzugen im grossen und ganzen nur eine bestimmte Lage (Taf. XXV, Fig. 1, *s, t*).

Bei allen Arten kann man grössere und kleinere Zellsorten unterscheiden, und zwar sind sie sowohl in der Ausdehnung ihrer Zellkörper, wie auch in der Länge ihrer Fortsätze verschieden.

Sehr selten kann man auch beobachten, dass innere Ganglienzellen einen Fortsatz in die äussere gangliöse Schicht entsenden (Taf. XXVII, Fig. 24).

Nervenfaserschicht.

Die von den inneren Ganglienzellen ausgehenden Nervenfasern des Optikus färben sich sowohl nach der Golgi'schen, wie auch ganz besonders leicht nach der Ehrlich'schen Methode. Letztere ist hervorragend geeignet, um über die allgemeine Verbreitung der Fasern Auskunft zu geben, die aber bei den von mir untersuchten Tieren nichts besonderes hat, da diese keine Macula lutea besitzen.

Die nach Golgi gefärbten Nerven sind regelmässig varikös. Dagegen findet man in den mit Methylenblau gefärbten Fasern gleich beim Eintritt der Färbung nur vereinzelte, die varikös sind, die übrigen erscheinen im grössten Teil ihres Verlaufes glatt und gleichmässig. Nachdem der Farbstoff lange Zeit eingewirkt hat, sind die meisten der überhaupt noch gefärbten Fasern stark varikös, z. T. haben die Varikositäten eine ungewöhnliche Dicke angenommen, sie sind vier- bis sechsfach so umfangreich geworden. Es sieht so aus, als wenn dies Phänomen auf einer Quellung beruhe. Es scheint also im Verlauf der Fasern Stellen zu geben, die leicht unter der Einwirkung verschiedener Reagentien aufquellen und dann die Varikositäten hervorrufen. Ob alle Varikositäten auf diese Weise entstehen, kann nicht mit Bestimmtheit angegeben werden, jedenfalls ist leicht zu beobachten, dass, je früher die Netzhäute zur Untersuchung kommen, desto weniger variköse Anschwellungen zu sehen sind. Dass es variköse und glatte Nervenfasern in der Netzhaut giebt, hat Max Schultze schon gezeigt.

Der Verlauf der Fasern ist durchaus nicht immer parallel den Meridianen des Auges, sondern man findet häufig solche, die diese Richtung geradlinig im Winkel kreuzen, oder in Bögen verlaufen, die z. T. dem Äquator des Auges parallel sind. Dass sie mitunter im Kreise ihre Ganglienzelle umgeben, wurde oben schon erwähnt.

Teilungen einer Nervenfasern in zwei habe ich bei Methylenblaupräparaten sicher gesehen, es konnte aber bei der nicht ganz vollständigen Färbung der Fasern nicht entschieden werden, ob zwei aus verschiedenen Ganglienzellen stammende Fasern sich zu einer vereinigen, oder ob die einer Zelle gehörige Faser sich teilt. Letzteres dürfte indes, wohl das wahrscheinlichste sein. Diese Teilungen hat zuerst Gerlach gesehen und später Kuhnt (28) an Netzhäuten, die mit Weigert'schem Hämatoxylin gefärbt waren, bestätigen können.

Nervenfasern, die in der Netzhaut frei, d. h. mit Endbäumchen endigen, wie sie Cajal bei niederen Wirbeltieren beschreibt, habe ich bei den von mir untersuchten Augen nie finden können. Dogiel bestreitet übrigens diese Thatsache entschieden, er sagt, dass die in mehr nach aussen gelegenen Schichten vorkommenden Nervenfasern alle mit dort liegenden Zellen zusammen hängen¹⁾.

Stützgewebe der Retina.

Zu den Elementen, die sicher nicht gangliösen Charakters sind, gehören:

1. die Müller'schen Radialfasern,
2. die Neurogliazellen.

Über die ersteren (Taf. XXV, Fig. 1 x) hat die Golgi'sche Methode nichts wesentlich Neues geliefert (mit Methylenblau färben sie sich gar nicht). Höchstens hat man deutlicher darstellen können, dass sie in alle Schichten der Retina ganz feine Fasern

¹⁾ Kuhnt (28) hat an Weigert-Präparaten der menschlichen Netzhaut auch Nervenfasern gesehen, „die aus der Nervenfasernlage durch die Schicht des Ganglion nervi optici und im Bogen durch die innere retikuläre Substanz, das Ganglion retinae und die äussere retikuläre Substanz bis in die Schicht der Sehepithelien treten, ohne irgend einem zelligen Elemente sich verbunden zu haben.“

oder Fortsätze entsenden. Damit wird zugleich wahrscheinlich gemacht, dass sie wohl auch zur Isolation der nicht zusammengehörigen Netzhautelemente dienen.

Ihre Füße, die an der *Membrana limitans interna* zusammenstossen, bilden von der Fläche gesehen ein Mosaik von rundlichen oder polygonalen kleinen Feldern, deren Grenzlinien bei Golgipräparaten manchmal durch Niederschläge gefärbt werden. Dasselbe Bild kann man aber auch durch Behandlung mit *Argentum nitricum* allein nach der bekannten Methode bekommen.

Zur Entwicklungsgeschichte dieser Zellen will ich noch bemerken, dass sie sich ziemlich leicht bei jungen Säugetierembryonen färben lassen; sie erscheinen dann als lange, leicht geschlängelte Fasern, ohne seitliche Fortsätze; ihr Kern liegt an irgend einer Stelle ihres Verlaufes in ganz verschiedener Höhe.

Neurogliazellen, wie sie vom Centralnervensystem her bekannt sind, finden sich in der Nervenfasern- und inneren Ganglienzellenschicht der Netzhaut ziemlich häufig. Sie sind auch nur nach der Golgi'schen Methode darzustellen. Sie haben die Gestalt von Spinnenzellen und senden ihre feinen Fortsätze mitunter auch in die innere retikuläre Substanz (Taf. XXV, Fig. 1 y).

Am meisten sind sie in der Nähe des Sehnerveneintritts zu finden.

Auch im Sehnerven selber habe ich sie in ihrem Verlauf vom Chiasma bis zum Eintritt auf dem ganzen Querschnitt sehen können.

Im Gegensatz zu Dogiel (13) muss ich noch betonen, dass ihre Fasern dort nicht nur im Bereich eines Bündels von Nervenfasern zu finden sind, sondern dass sie, wie ich das schon früher beschrieben habe (23), von einem Bündel in ein anderes eintreten. Mitunter kann man an den Enden der Ausläufer kleine Anschwellungen in Gestalt von Knöpfchen nachweisen.

Physiologische Erklärungen

für die Perception des Lichtes und die Funktion der einzelnen hier beschriebenen Elemente zu geben, scheint noch etwas verfrüht zu sein, vor allen Dingen deswegen, weil wir über die physiologischen Deutungen der neuen Thatsachen, die in dem Centralorgane netdeckt sind, noch zu wenig unterrichtet worden sind. Es ist aber doch wünschenswert, dass man sich eine, wenn auch zunächst lückenhafte Vorstellung der Funktion der einzelnen Elemente macht, schon deshalb, um mit Sicherheit die besonders schwierigen Punkte zu erkennen.

Zunächst ist die Thatsache für die Physiologie von Bedeutung und muss besonders beachtet werden, dass wir drei verschiedene Hauptschichten in der Netzhaut haben, die auch in dem beigegebenen Schema (Taf. XXV, Fig. 1) durch die verschiedenen Farben hervorgehoben sind: die Schicht der Sehepithelien, die zur ersten Aufnahme des Lichtreizes dienen, die der äusseren Ganglienzellen, die gewiss zum grössten Teil die Weiterleitung zu den inneren Ganglienzellen besorgen, durch die der Reiz dem Gehirn zugeführt wird.

Bei dieser Aufzählung der drei wichtigen Schichten, wurde auch angedeutet, wie man sich die Fortleitung des Lichtreizes von den Sehepithelien aus denken muss. An dieser Hypothese haben natürlich auch die neueren Untersuchungen nichts Wesentliches zu ändern, es kommen nur noch einige neue Punkte hinzu, die einerseits ältere Annahmen noch besser illustrieren, anderseits aber auch neue Schwierigkeiten schaffen, und beweisen, dass man sich bisher die Fortleitung doch noch zu einfach vorgestellt hatte.

Zunächst tritt folgende Thatsache dadurch, dass wir über die Ausdehnungen der Zellausläufer mehr erfahren haben, mit grosser Deutlichkeit hervor.

Bei dem successiven Grösserwerden der Endausbreitungen

der zur Leitung offenbar dienenden Elemente ist es notwendig, dass die mehr nach innen gelegenen Zellen den Reiz mehrerer anderer, die in den äusseren Schichten der Netzhaut liegen, aufnehmen müssen; so nehmen also die Bipolaren im allgemeinen den Reiz mehrerer Sehepithelien, die inneren Ganglienzellen den Reiz, der durch mehrere Bipolaren geleitet wird, auf. Diese Thatsache hebt auch Ramón y Cajal besonders hervor und folgert daraus, que l'impression lumineuse se concentre de plus en plus à mesure qu'elle traverse la rétine.

Besondere Schwierigkeiten sind nun durch die neuerdings in der mikroskopischen Anatomie der Netzhaut entdeckten Thatsachen für die physiologische Erklärung der Fortleitung des Lichtes in folgenden Umständen erwachsen: erstens, wie hat man sich die Leitung von Zelle auf Zelle zu denken und zweitens, wie ist die Funktion der horizontalen und der pararetikulären Zellen, die sich nicht ohne weiteres in den eben erwähnten Leitungsweg einschalten lassen, zu erklären.

Was die zuerst erwähnte Frage betrifft, so sind wir gewohnt, die nervöse Leitung mit der der elektrischen Ströme zu vergleichen. Mit welchem Rechte bleibe dahingestellt. Da nun eine direkte organische Verbindung von Zellen im grossen und ganzen nicht statt hat, so könnte man trotzdem das Zustandekommen einer Leitung erklären, wenn man eine Berührung der verschiedenen Zellausläufer annimmt, ebenso wie man in der Physik durch Berühren zweier sonst isolierter Drähte einen elektrischen Strom leiten kann.

Für die Physiologie wäre demgemäss die Frage nach der Existenz von Anastomosen von keiner grossen Bedeutung. Nimmt man aber an, dass auf diese Weise die nervösen Elemente des Centralnervensystems (und auch die percipierenden peripherischen Elemente einerseits und die nervösen Fasern andererseits) keine Beziehung zu einander haben, dann kann eine Leitung nur zustande kommen, wenn zwischen die in Frage kommenden Endi-

gungen eine dritte leitende Substanz eingeschaltet ist, die dann dieselbe Rolle spielt wie z. B. die Klemmschrauben oder das Quecksilber in der Physik, Hilfsmittel, die ja so oft zur Herstellung einer Leitung benutzt werden. Mit derartigen Eigenschaften müsste dann etwa eine Grundsubstanz zwischen zwei Enden von Zellfortsätzen, die den Reiz fortzupflanzen haben, ausgerüstet sein. Ob dieselbe experimentell nachzuweisen ist, wäre eine Frage, die die Physiologen zu beantworten hätten.

Vielleicht könnte man dann dem sogenannten Stützgewebe die Aufgabe zuerkennen für die Isolation der leitenden Teile zu sorgen.

Mit einer von diesen Möglichkeiten wäre die Schwierigkeit, wie man sich ohne organischen Zusammenhang von Zellen und Fasern die Fortleitung zu denken hat, erklärt.

Es fragt sich nun, was spielen die horizontalen und pararetikulären Zellen für eine Rolle.

Die horizontalen Zellen als Stützzellen aufzufassen, wie es frühere Beobachter (H. Müller, Schiefferdecker etc.) gethan haben, muss jetzt, nachdem ihre nervöse Natur durch ihren Besitz eines Hauptfortsatzes unbedingt nachgewiesen ist, aufgegeben werden. Ihre Lage an der äusseren retikulären Schicht und ihre weite horizontale Ausdehnung scheint sie zu befähigen, den Reiz entfernt liegender Gruppen der Sehepithelien aufzunehmen und vielleicht auch fortzuleiten. Sie könnten also dazu dienen, einen Lichteindruck, der grosse Netzhautpartien trifft, als diffusen Lichtschein aufzunehmen, ohne ihn bestimmt zu lokalisieren. Cajal sagt über sie in seinem Resumé der letzten Arbeit: *on peut supposer qu'elles servent à mettre en rapport certains groupes de bâtonnets avec certains autres groupes qui siègent à une distance plus ou moins considérable. Elles peuvent avoir, en outre, une activité fonctionnelle propre, actuellement inconnue.*

Er sagt also über ihre physiologische Bedeutung so gut wie nichts.

Wenn man bei diesen Zellen sich wenigstens ungefähr eine Vorstellung ihrer Wirkungsweise machen kann, so ist dies fast unmöglich bei den pararetikulären Zellen. Dass sie zur Bildung eines Neurospongiums dienen sollen, daran glaubt heutzutage kein Mensch mehr. Ihrem ganzen Verhalten nach müssen auch sie zweifellos für nervös angesehen werden. Ramón y Cajal, der diese Schwierigkeiten, ihre Funktion zu erklären, keineswegs unterschätzt, zieht zu ihrer Deutung die in der Retina frei endigenden Optikusfasern heran. Er sagt: *on peut affirmer seulement, qu'elles doivent exercer quelque action sur les panaches des cellules ganglionnaires et peut-être sur ceux des cellules bipolaires. Cette action pourrait prendre naissance dans les centres nerveux et se communiquer aux corps des cellules amacrines*¹⁾ au moyen des ramifications terminales des fibres centrifuges.

Es müssten also die centrifugalen Fasern vom Gehirn einen Willensimpuls den Körpern der pararetikulären Zellen übermitteln, damit ihre Fortsätze eine Beziehung zwischen den absteigenden Fortsätzen der Bipolaren und den aufsteigenden der inneren Ganglienzellen bewerkstelligen. Welcher Art diese Beziehung ist, sagt der spanische Forscher nicht. Vor allen Dingen ist bei dieser Erklärung aber die Annahme auffallend, dass die freiendigenden Nervenfasern, die übrigens noch nicht einmal überall nachgewiesen sind, centrifugal sein sollen.

Wir kennen doch bis jetzt nur motorische und sekretorische Fasern als centrifugale, und von einer derartigen Funktion könnte man sich in der Retina schwer eine Vorstellung machen. Weit natürlicher scheint es doch, wie auch Merkel will, sie als sensible, also centripetale Fasern zu deuten, wenigstens so lange, bis wir eine ausreichende und befriedigende andere Erklärung gefunden haben.

¹⁾ Die pararetikulären Zellen (m).

Die pararetikulären Zellen, die jedenfalls nur eine lokale Bedeutung haben, scheinen der Anordnung ihrer Fortsätze nach wohl eine Beziehung zu den in der retikulären Substanz endigenden Zellausläufern zu haben. Welcher Art aber diese Beziehung ist, darüber lässt sich zur Zeit weder in der Retina noch in den Centralorganen, wo ähnliche Zellen vorkommen, etwas bestimmtes aussagen.

Aus den zuletzt ausgeführten Vermutungen und Thatsachen kann man ersehen, welche grosse Rolle in der Anatomie der Netzhaut die beiden (hauptsächlich aber die innere) retikulären Substanzen, wo also die leitenden und aufnehmenden Elemente in Beziehung treten, spielen; auf ihre weitere Untersuchung werden sich auch fernerhin die anatomischen und physiologischen Untersuchungen zu richten haben.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Chef Herrn Professor Dr. Merkel für die ausserordentlich liebenswürdige Unterstützung, die er mir bei der Anfertigung dieser Arbeit jederzeit bereitwilligst zu Teil werden liess, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Figuren-Erklärung.

Tafel XXV, XXVI.

Fig. 1. Schema des Baues der Retina der Säugetiere und des Menschen.
(Benutzt sind bei dieser Zusammenstellung die Angaben und Abbildungen
Schultzes, Schwalbes, Merckels und eigene Präparate.)

- I. Pigmentschicht.
- II. Stäbchen und Zapfenschicht.
- III. Membrana limitans ext.
- IV. Körnerschicht.
- V. Äussere retikuläre Schicht.
- VI. Äussere gangliöse Schicht.
- VII. Innere retikuläre Schicht.
- VIII. Innere gangliöse Schicht.
- IX. Sehnervenfaserschicht.
- a* Stäbchenzelle.
- b* Zapfenzelle.
- c—h* verschiedene Arten der bipolaren Zellen.
- i* Horizontale Zelle mit absteigendem Fortsatz.
- k* Horizontale Zelle ohne absteigenden Fortsatz.
- l—q* Verschiedene Arten der pararetikulären Zellen.
- r—v* Verschiedene Arten der inneren Ganglienzellen.
- z* Müllersche Stützzelle.
- y* Neurogliazellen.
- s* Pigmentzellen.

Fig. 2. Innere Ganglienzelle von einem Flächenpräparat der Netzhaut
des Pferdes. Der variköse Nervenfortsatz entspringt von einem Dendrit.

Die Figur ist mit der Camera lucida und Zeiss-Apochromat. Obj. 16 mm
Brennweite, Okular 12 Tubuslänge 16 gezeichnet und dann auf den dritten
Teil ihrer Grösse verkleinert.

Fig. 3. Pararetikuläre Zellen aus einem Flächenpräparat der Netzhaut
des Pferdes. Keine Anastomosen zwischen den Zellen.

Fig. 4. Pararetikuläre Zelle aus einem Flächenpräparat der Netzhaut des
Pferdes. Ihre Fortsätze verlaufen nur in einer Lage der inneren retikulären
Schicht. Vergleiche Taf. XXVII, Fig. 22.

Fig. 3 u. 4 sind bei der oben angegebenen Vergrößerung gezeichnet, dann aber nur auf die Hälfte verkleinert.

Fig. 5. Horizontale Zelle aus einem Flächenpräparat der Netzhaut des Schweines. Der Hauptfortsatz ist nicht zu sehen. Im Zelleibe einzelne dunklere Stellen. Gezeichnet bei Zeiss Apochrom. Obj. Brennweite 3 mm, Okular 4, Tubuslänge 16. Die Vergrößerung ist also ungefähr dreimal so stark wie bei den Figuren 3 u. 4.

Fig. 6. Horizontale Zellen aus einem Flächenpräparat der Netzhaut des Pferdes.

α Hauptfortsätze, die nur zum kleinsten Teil ihres Verlaufes gezeichnet sind.

Fig. 7. Ast einer horizontalen Zelle mit einer Endausbreitung aus einem Flächenpräparat der Netzhaut des Pferdes.

Grösse von Fig. 6 u. 7 wie Fig. 3 u. 4.

Fig. 2—7 entstammen Methylenblaupräparaten.

Tafel XXVII, XXVIII.

Fig. 1. Bipolare Zellen von der Fläche. Übergänge von Fasern einer Zelle in die der benachbarten.

Fig. 2—15. Verschiedene Bipolaren.

Fig. 2, 4—13. Absteigender Fortsatz entspringt gemeinsam mit allen oder einem Teil der aufsteigenden.

Fig. 3. Aus dem Zelleib entspringt seitlich ein aufsteigender Fortsatz.

Fig. 14 u. 15. Bipolare Zellen der zweiten Art (siehe Text) deren absteigender Fortsatz sich sofort (14) oder bald nach Verlassen der Zelle (15) in seine Endverzweigungen auflöst.

Fig. 16. Bipolare Zelle der ersten Art; Zusammenhang mit einem Stäbchen.

Fig. 17. Verschiedene Arten von pararetikulären Zellen, die in einer bestimmten Lage der inneren retikulären Schicht die Ausbreitung ihrer Fortsätze haben. (Zusammengestellt aus verschiedenen Präparaten.)

Fig. 18. Pararetikuläre Zelle, die einige Fortsätze zur äusseren gangliösen Schicht sendet.

Fig. 19. 20. Verästelung pararetikulärer Zellen in der inneren retikulären Schicht. Auch hierbei ist eine deutliche Streifung dieser Schicht zu sehen.

Fig. 1—20 sind gezeichnet nach Golgipräparaten von der Netzhaut des Rindes bei Zeiss Apochromat: Obj. 16 mm Brennweite. Okular 12. Tubuslänge 16, mit Hilfe der Camera lucida.

Fig. 21. Pararetikuläre Zelle aus einem Flächenschnitt der Netzhaut des Rindes.

Fig. 22. Pararetikuläre Zelle aus einem Flächenpräparat der Netzhaut des Rindes. Ihre Fortsätze verlaufen nur in einer Lage der inneren retikulären Schicht vergl. Taf. XXV, Fig. 4.

Fig. 23 a u. b. Zwei pararetikuläre Zellen von einem Flächenpräparat der Netzhaut des Ochsen. Ihre Fortsätze gehen wesentlich nach zwei Richtungen. In Fig. b ist nur eine lange Faser zu sehen, in deren Mitte die Zelle liegt.

Fig. 21—23 sind auch bei der eben angegebenen Vergrößerung gezeichnet, dann aber auf die Hälfte verkleinert.

Fig. 24. 25. Zwei innere Ganglienzellen nach einem Dickendurchschnitt der Netzhaut des Ochsen. Die Zelle in Fig. 24 entsendet einen Fortsatz in die äussere gangliöse Schicht.

Fig. 26. Horizontale Zelle aus einem Flächenpräparat der Netzhaut des Ochsen. Bei *a* der Hauptfortsatz.

Fig. 27. Horizontale Zelle aus der Netzhaut des Ochsen von der Fläche. Bei *a* der Hauptfortsatz, der nur teilweise gefärbt ist.

Vergrößerung der Figuren 24—27 wie in Fig. 1—20.

Sämtliche Figuren dieser Tafel sind nach Golgipräparaten der Netzhaut des Rindes gezeichnet.

Litteratur-Verzeichnis.

1. Apáthy, St., Erfahrungen in der Behandlung des Nervensystems für histologische Zwecke. I. Mitteilung: Methylenblau. Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Band IX. 1892.
2. — Nachträge zu meinem Artikel über Methylenblaufärbung. *ibid.*
3. Baquis, E., La Retina della Faina. Anatomischer Anzeiger. Fünfter Jahrgang 1890.
4. Blessig, De retinae textura disquisitiones microscopicae. Dissertat. Dorpat 1855.
5. Borysiekiewicz, M., Untersuchungen über den feineren Bau der Netzhaut. Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien. 1887.
6. Ramón y Cajal, S., Estructura de la retina de las aves. Revista trim. de Histologia normal etc. Nr. 1 y 2. Mayo y Agosto de 1888.
7. — Sur la morphologie et les connexions des éléments de la rétine des oiseaux. Anat. Anzeiger, 4. Jahrgang 1889.
8. — Pequeñas contribuciones al conocimiento del sistema nervioso III. — La retina de los batracios y reptiles. Agosto 1891.
9. — Notas preventivas sobre la retina y gran simpático de los mamíferos. Barcelona, 10. Dec. 1891.
10. — La retina de los Teleósteos y algunas observaciones sobre la de los vertebrados superiores. Madrid 1892.
11. — Nuevo concepto de la Histologia de los centros nerviosos. Conferencias pronunciados en la Academia etc. de Cataluña. Revista de Ciencias Medicas de Barcelona Nr. 16, 20, 22, 23, 1892. Tomo XVIII.
12. — La rétine des vertébrés. La Cellule. Tome IX. I. Fascicule. Lierre et Louvain 1893.
13. Dogiel, A., Über die nervösen Elemente in der Netzhaut des Menschen. 1. Mitteilung. Archiv f. mikrosk. Anat. Band 38. 2. Mitteilung. Archiv f. mikrosk. Anat. Band 40. 1892.
14. — Über die Retina des Menschen. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. Band I. 1884.
15. — Zur Frage über den Bau der Nervenzellen und über das Verhältnis ihres Achsencylinder(Nerven-)fortsatzes zu den Protoplasmafortsätzen (Dendriten). Arch. f. mikr. Anatomie. Band 41. 1893.

16. Dogiel, A., Neuroglia der Retina des Menschen. Archiv f. mikroskop. Anat. Band 41. 1893.
- 16a. — Zur Frage über das Verhalten der Nervenzellen zu einander. Archiv für Anatomie und Physiologie von His u. Du Bois-Reymond 1893. Anat. Abteil., 5. u. 6. Heft.
17. van Gehuchten, A., Contributions à l'étude de la muqueuse olfactive chez les mammifères. La Cellule. Tome VI. II. Fascicule 1890.
18. Golgi, C., Referat über das Nervensystem. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Merkel und Bonnet. Band II. 1892.
19. Golgi C. e N. Manfredi, Annotazioni istologiche sulla retina del cavallo. Giornale della r. accademia di Torino. Anno XXXV. 1872.
20. Heinemann, Bemerkungen über den bindegewebigen Stützapparat in der Netzhaut des Vogelauges. Virchow's Archiv. Band XXX. 1860.
21. Henle und Merkel, Über die sogenannte Binde-substanz der Centralorgane des Nervensystems. Zeitschrift für rationelle Medizin von Henle und v. Pfeuffer. 3. Reihe. XXXIV. Band. Heft I. 1869.
22. Kallius, E., Ein einfaches Verfahren, um Golgi'sche Präparate für die Dauer zu fixieren. Anat. Hefte. Band II. Heft 2.
23. — Über Neurogliazellen in peripherischen Nerven. Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August-Universität vom Jahre 1892.
24. v. Kölliker A., Structure et usages de la rétine. Thèse pour le concours. Paris 1873.
25. — Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. Leipzig 1867.
26. — Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. II. Band. 1. Hälfte.
27. Krause, W., Die Membrana fenestrata der Netzhaut. 1878.
28. Kuhnt, Histologische Studien an der menschlichen Netzhaut. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 24. Band. Neue Folge, 17. Bd. Jena 1890.
29. Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien.
30. Manz, Über den Bau der Retina des Frosches. Zeitschrift für rationelle Medizin von Henle und v. Pfeuffer. 3. Reihe. Band X. 1861.
31. Merkel, Fr., Über die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbeltiere. Inaug.-Diss. Erlangen 1869.
32. — Über die menschliche Retina. Albr. v. Graefes Archiv f. Ophthalmologie. 22. Jahrgang. Berlin 1867.
33. — Die menschliche Retina. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. XV. Jahrgang. 1877.
34. Müller, H., Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Retina bei Menschen und Wirbeltieren. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band VIII. 1857.
35. — Über sternförmige Zellen in der Netzhaut. Verhandl. der phys.-mediz. Gesellschaft zu Würzburg 1851. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie III. 1851.
36. Müller, W., Über Stammesentwicklung des Sehorganes der Wirbeltiere. Leipzig 1874.

37. Niemack, S., *Maculae und Cristae acusticae* mit Ehrlichs Methylenblaumethode. Anatomische Hefte. 1. Abteil, V. Heft.
38. Pacini, *Nuove ricerche sulla tissitura intima della retina*. Bologna 1845.
39. Retzius, G., *Bidrag till kännedomen om de inre lagren i ögats näthinna*. Nordiskt medicinskt arkiv. Band III. Nr. 4. 1871.
40. — Nachtrag zu den Beiträgen zur Kenntnis der inneren Schichten der Netzhaut des Auges. Biologische Untersuchungen. Jahrgang 1881.
41. — Über die neuen Prinzipien in der Lehre von den Einrichtungen des sensiblen Nervensystems. Biol. Untersuchungen. Neue Folge IV. 1892.
42. Rivolta, *Delle cellule multipolare che formano lo strato intergranuloso e intermedio nella retina del cavallo*. Giorni di anat. fisiol. e patolog. degli animali. Anno III. 1871.
43. Schwalbe, G., *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane*. Erlangen 1887.
44. — *Die Retina*. Handbuch der gesamten Augenheilkunde von Graefe und Saemisch. I. Bd., I. Teil. Leipzig 1871.
45. Schiefferdecker, P., *Studien zur vergleichenden Histologie der Retina*. Archiv f. mikrosk. Anatomie Band XXVIII.
46. Schultze, Max, *Observationes de retinae structura penitiori*. Bonn 1859.
47. — *Die Retina*. Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere. II. Band 1872.
48. Tartuferi, F., *Sull' anatomia della retina*. Internationale Monatschrift für Anatomie und Phys. Band IV. 1887.
49. Vintschgau, *Ricerche sulla struttura microscopica della Retina dell' Uomo, degli Animali vertebrati e dei Cephalopodi*. Sitzungsberichte der Wiener Akademie Band XI.
50. Wagner, *Sitzungsberichte der Marburger naturforschenden Gesellschaft* 1868.
51. Waldeyer, *Über einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Centralnervensystems*. Deutsche medizinische Wochenschrift 1891.
-

Soeben ist vollständig erschienen:

Die
Weddas von Ceylon
und die sie
umgebenden Völkerschaften.

Ein Versuch
die in der
Phylogenie des Menschen ruhenden Räthsel
der Lösung näher zu bringen.

Von
Dr. Paul Sarasin und Dr. Fritz Sarasin.

*Ein Folioband von 600 Druckseiten mit in den Text gedruckten Heliogravüren, Holzschnitten,
Tabellen und einem Atlas von 84 Tafeln in Heliogravüre und Lithographie.*

==== Preis in Mappe: 144 Mark. ====

Hier wird uns ein Buch geboten, welches auf lange, wahrscheinlich sogar für immer, als eine Quelle für die gelehrte Anthropologie dienen müssen. Die Weddas sind ein kleiner Volksstamm auf umschränktem Gebiete, — die Zahl seiner Individuen betrug nach dem Census von 1881 nur 2228, — voraussichtlich wird die Zeit nicht mehr fern sein, wo sie gänzlich von der Oberfläche unserer Erde verschwinden. Schon seit geraumer Zeit hat längs ihrer weit ausgedehnten Grenzen eine Vermischung mit umwohnenden Stämmen, insbesondere mit Taminen und Singhalesen, stattgefunden. Was der Tod verschont, das wird in immer weniger erkennbaren Mischformen untergehen. Damit wird dann wieder einer jener wenigen Naturstämme vernichtet sein, die sich noch bis auf unsere Tage ziemlich rein erhalten haben. Freilich haben schon frühere Untersuchungen, an denen sich der Ref. selbst betheiligt hat, gelehrt, dass die Hoffnung hier eine Art von Proanthropoiden anzutreffen, eine vergebliche war, dass die Weddas aber auch mit den Andamanesen, den Negritos und anderen schwarzen Stämmen der weiter östlich gelegenen Inseln keine nähere Verwandtschaft zeigen. Um so mehr ist das Bedürfniss in den Vordergrund getreten, die Möglichkeit anderer Beziehungen zu erörtern, so namentlich ihr Verhältniss zu indischen Stämmen, einerseits zu Hindus, andererseits zu Dravidiern, sowie endlich das zu den Australiern, wohin trotz der weiten Entfernung ihre physische Erscheinung weist. Wir dürfen ferner erwarten, dass die Verfasser, welche länger und inniger, als irgend einer ihrer Vorgänger, durch Aufenthalt im Lande und gegenseitigen Verkehr den so schwer zugänglichen Leuten näher getreten sind, uns neue Ergebnisse ihrer Beobachtung vorlegen werden, aus denen die für die Kulturgeschichte so wichtige Frage beantwortet werden kann, ob es sich um eine primitive Rasse in ursprünglicher Niedrigkeit der Entwicklung oder um die herabgekommenen Reste einer einst höher entwickelten Bevölkerung handelt.

Sämmtliche Abbildungen sind Wiedergaben photographischer Aufnahmen, beide, Original und Copie, in vortrefflichster Weise, scharf und in korrekter Stellung ausgeführt.

Rud. Virchow i. d. Zeitschrift f. Ethnologie.

Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Unter Mitwirkung von

Karl von Bardeleben, Jena; D. Barfurth, Dorpat; G. Born, Breslau;
Th. Boveri, Würzburg; J. Disse, Göttingen; C. Eberth, Halle a. S.; W.
Flemming, Kiel; August Froriep, Tübingen; C. Golgi, Pavia; F. Hermann,
Erlangen; F. Hochstetter, Wien; G. v. Kupffer, München; W. Roux,
Innsbruck; J. Rückert, München; Ph. Stöhr, Zürich; H. Strahl, Mar-
burg; H. Strasser, Bern

herausgegeben von

Fr. Merkel

in Göttingen.

und

R. Bonnet

in Gießen.

I. Band: 1891. Preis: M. 25.—.
II. Band: 1892. Erscheint im Oktober.

... „In einem vortrefflich ausgestatteten Gross-Octav-Bande von 778 Seiten liegt uns ein neues literarisches Unternehmen auf dem Gebiete der Anatomie und Entwicklungsgeschichte vor, welches Jeder, der ein Interesse an diesen Wissenschaften und an ihrer weiteren Ausbildung hat, nur mit lebhafter Befriedigung begrüßen kann.

Das Werk, dessen Mitarbeiter sich sämtlich an der Förderung der anatomischen Disciplinen in namhafter Weise theiligt und dadurch sich das Recht der Kritik erworben haben, *will kein Jahresbericht im üblichen Stil sein; er will vielmehr versuchen, in zusammenfassender Weise die ein bestimmtes Gebiet berührenden Arbeiten der letzten Jahre vorzuführen, das Wesentliche aus ihnen hervorzuhoben und kritisch zu besprechen und so den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse, sowie die gegen früher erreichten Fortschritte und die nächstliegenden Aufgaben der Zukunft zu markiren.* So soll die kaleidoskopische Weise der bisherigen Jahresberichte vermieden werden; an deren Stellen sollen übersichtliche, einheitliche Bilder treten, die uns eine bestimmte und klare Vorstellung von dem jeweiligen Stande der Dinge auf diesem oder jenem Gebiete geben.

Mit dieser Art der Darstellung wendet sich das Buch auch an einen grösseren Leserkreis. Aus den Jahresberichten, denen, wie Merkel im Vorworte sagt, keine Concurrenz gemacht werden soll, vermag nur der Fachmann — und dieser selbst nicht einmal in den ihm ferner liegenden Gebieten — das Werthvolle und Wichtige herauszulesen.

Die einzelnen Abhandlungen der *Merkel-Bonnet'schen „Ergebnisse“* werden auch der Mehrzahl der Aerzte und der biologischen Naturforscher, *welche nicht Anatomen und Embryologen vom Fache sind*, den dermaligen Stand unserer Wissenschaft klarlegen; dabei werden sie aber — dafür bürgen die Namen der Verfasser der Einzelberichte — auch dem Fachmanne hoch willkommen sein.

Ich schliesse mit dem Wunsche, dass die so treffliche Arbeit recht viele Leser finden möge; der Gewinn wird reichlich auf Seite der letzteren sein; aber auch das Interesse für unsere still arbeitenden anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Wissenschaften wird durch das Buch belebt und in immer weitere Kreise getragen werden.“

Prof. W. Waldeyer

in der Berliner Klinischen Wochenschrift.

Die Morphologie der Placenta bei Nagern und Raubthieren (Embryologische Untersuchungen Heft III). Von A. Fleischmann, Privatdozent der Zoologie in Erlangen. Mit 5 Tafeln. Soeben erschienen. M. 22.—.

Untersuchungen über einheimische Raubthiere (Embryologische Untersuchungen Heft I). Von Dr. A. Fleischmann, Privatdozent der Zoologie in Erlangen. Mit 5 Tafeln in Farbendruck. M. 21.—.

Die Stammesgeschichte der Nagethiere. Die Umkehr der Keimblätter (Embryologische Untersuchungen Heft II). Von Dr. A. Fleischmann, Privatdozent der Zoologie in Erlangen. Mit 3 Tafeln in Farbendruck. M. 20.—.

Studien über die Entwicklungsgeschichte der Thiere. Von Dr. Emil Selenka, Professor in Erlangen.

1. Heft: Keimblätter und Primitivorgane der Maus. Mit 4 Tafeln. M. 12.—.
 2. Heft: Keimblätter der Echinodermen. Mit 6 Tafeln. M. 15.—.
 3. Heft: Blätterumkehrung im Ei der Nagethiere. Mit 6 Tafeln. M. 15.—.
 4. Heft: Das Opossum (*Didelphys virginiana*). Mit 14 Tafeln. M. 40.—.
 5. Heft: Beutelfuchs und Känguruhratte — Kantjil — Affen Ostindiens — Kalong. Mit 12 Tafeln. M. 42.—.
-

Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884 bis 1886. Von Dr. Paul Sarasin und Dr. Fritz Sarasin.

- Band I. Heft I: Auge und Integument der Diadematiden. — Ueber 2 parasit. Schnecken. Mit 5 Tafeln. M. 14.—.
- Heft II: Entwicklungsgeschichte der *Helix woltoni* — Knospenbildung bei *Linckia Multifora*. Mit 4 Tafeln. M. 14.—.
- Heft III: Anatomie der Echinothuriden u. d. Phylogenie der Echinodermen. Mit 8 Tafeln. M. 18.—.
- Band II. Entwicklungsgeschichte und Anatomie der ceylon. Blindwühle *Ichthyophis glutinosus*. Mit 24 Taf. M. 60.—.
-

Experimentelle Untersuchungen über das Corpus trapezoides und den Hörnerv der Katze. Von Dr. A. Bumm, Professor an der Universität Erlangen. Mit 23 Abbildungen auf 2 lithogr. Tafeln. (Soeben erschienen.) M. 10.60.

Beiträge zur Struktur und Entwicklung des Carcinoms. Von E. Noeggerath, M. D., Prof. emer. des New-York Med. College. Mit 108 Abbildungen auf 3 Tafeln in Farbendruck. M. 15.—.

Die menschliche Placenta. Herausgegeben von Dr. M. Hofmeier, o. ö. Professor der Geburtshilfe und Gynäkologie an der Universität Würzburg. Unter Mitarbeit von den Herren Dr. G. Klein und Dr. P. Steffek. Mit 10 Tafeln und 17 Abbildungen im Text. Preis in Mappe M. 15.—.

Entwicklung der Placenta von *Myotus murinus*. Von Dr. Richard Frommel, o. ö. Prof. d. Gynäkologie in Erlangen. Quart. Mit 12 Farbentafeln. M. 20.—.

Die Allantois des Menschen. Eine entwicklungsgeschichtliche Studie auf Grund eigener Beobachtung. Von Dr. Franz von Preuschen, Professor an der Universität Greifswald. Mit 10 Tafeln. M. 16.—.

Archiv für Augenheilkunde in deutscher und englischer Sprache. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Knapp in New-York und Geh. Med.-Rath Prof. Dr. C. Schweigger in Berlin, für den Litteraturbericht C. Horstmann in Berlin. (Bis jetzt erschienen 27 Bände.) Preis pro Band von 4 Heften M. 16.—

Ungarisches Archiv für Medizin. Redigirt von Prof. Dr. A. Bókai, Prof. Dr. F. Klug und Prof. Dr. O. Pertik in Budapest. Erscheint in zwanglosen Heften von 4—5 Bogen Stärke. Vier Hefte bilden einen Band. Preis pro Band M. 16.—

Anatomische Hefte. Herausgegeben von Fr. Merkel, Professor der Anatomie in Göttingen und R. Bonnet, Professor der Anatomie in Giessen. Erscheinen in zwanglosen Heften. (Bis jetzt erschienen 8 Hefte.) 3 Hefte bilden einen Band.

Jahresbericht über die Fortschritte der Geburtshilfe und Gynäkologie. Unter der Mitwirkung von Fachgenossen und unter der Redaktion von Dr. E. Bumm in Würzburg und Dr. J. Veit in Berlin. Herausgegeben von Prof. Frommel in Erlangen. Jährlich ein Band. (Bis jetzt erschienen 6 Bände.)

Maly's Jahresbericht über die Fortschritte der physiologischen und pathologischen Chemie. Begründet von weil. Prof. R. Maly (Prag), fortgesetzt von Prof. v. Nencki (Petersburg) und Prof. Andreasch (Wien). Jährlich ein Band. (Bis jetzt erschienen 21 Bände.)

Therapeutische Leistungen. Ein Jahrbuch für praktische Aerzte. Herausgegeben von Arn. Pollatschek in Karlsbad. Jährlich ein Band. (Bis jetzt erschienen 4 Bände.)

Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut der Universität Würzburg. Herausgegeben von Prof. Dr. C. Semper in Würzburg. (Bis jetzt erschienen 10 Bände.)

Zeitschrift für analytische Chemie. Herausgegeben von Geh. Hofrath Prof. Dr. C. R. Fresenius und Prof. Dr. H. Fresenius in Wiesbaden. (Bis jetzt erschienen 31 Bände.) Jährlich ein Band von 6 Heften. Preis pro Band M. 18.—

Zeitschrift für Ohrenheilkunde in deutscher und englischer Sprache. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Knapp in New-York und Prof. Dr. S. Moos in Heidelberg. (Bis jetzt erschienen 24 Bände.) Preis pro Band von 4 Heften M. 16.—

Verhandlungen des Kongresses für Innere Medizin. Herausgegeben von Geh. Rath Prof. Dr. E. Leyden in Berlin und San.-Rath Dr. Emil Pfeiffer in Wiesbaden. XII. Kongress, gehalten zu Wiesbaden vom 12.—15. April 1893. M. 11.—

Zeitschrift für vergleichende Augenheilkunde. Herausgegeben von Prof. Dr. Jos. Bayer in Wien, Prof. Dr. R. Berlin in Rostock, Prof. Dr. O. Eversbusch in Erlangen und Prof. Dr. Schleich in Stuttgart. (Bis jetzt erschienen 7 Bde. à 2 Hefte) à Heft M. 2.—

Um den neu eintretenden Abonnenten die Anschaffung der früher erschienenen Bände zu erleichtern, erklärt sich die Verlagsbuchhandlung bereit, bei Bezug einer grösseren Reihe von Bänden von obigen Zeitschriften ganz besondere Vortheile zu gewähren.

FH
r *l* *h*

FH
l *q* *k*

FH
r *5* *h*

FH
r *4* *h*

h *Am* *q* *sq II*

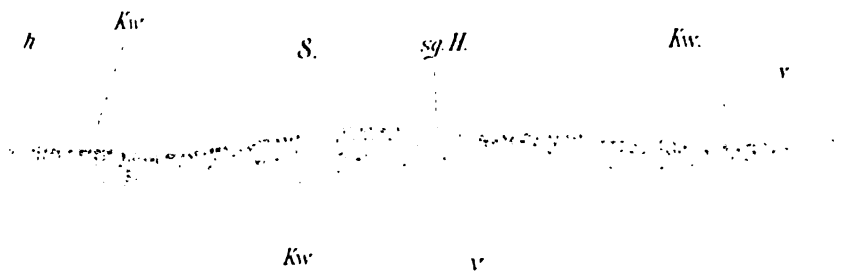
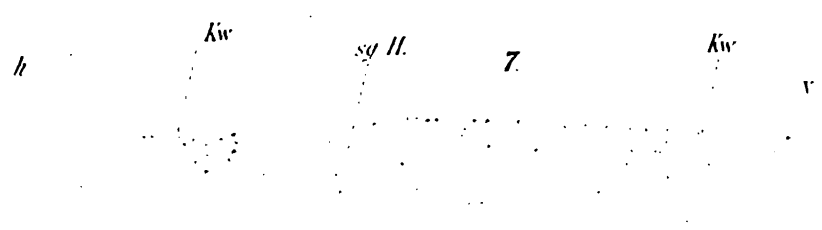
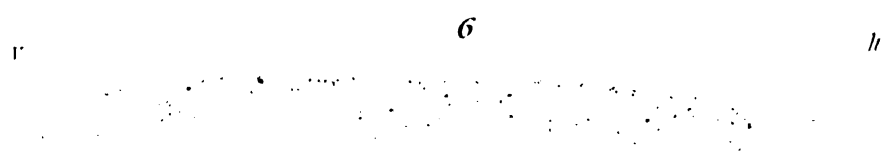
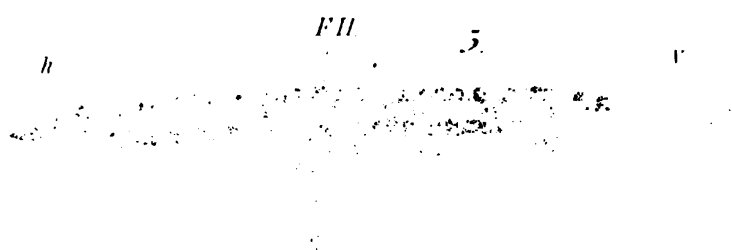




Fig. 1.

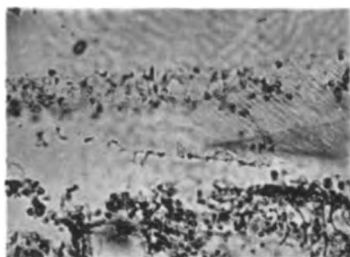


Fig. 2.



Fig. 3.

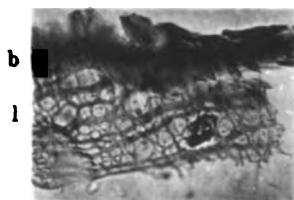


Fig. 8.



Fig. 9.

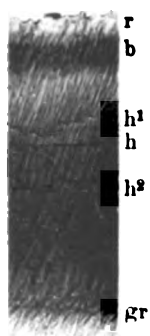


Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 4.

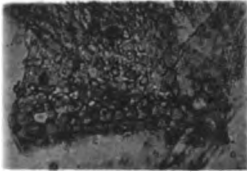


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

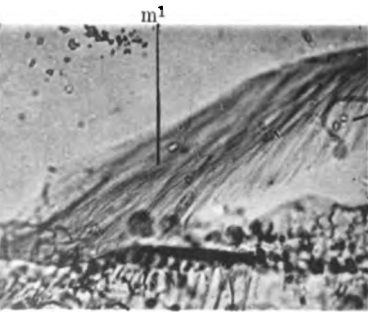


Fig. 10.

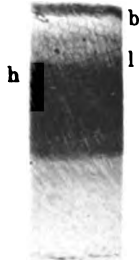


Fig. 11.



Fig. 12.

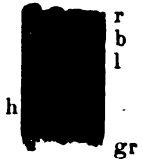


Fig. 16.

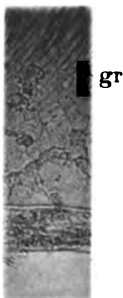


Fig. 17.

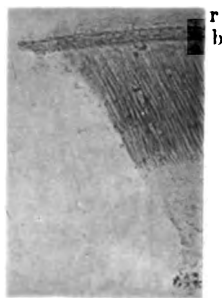
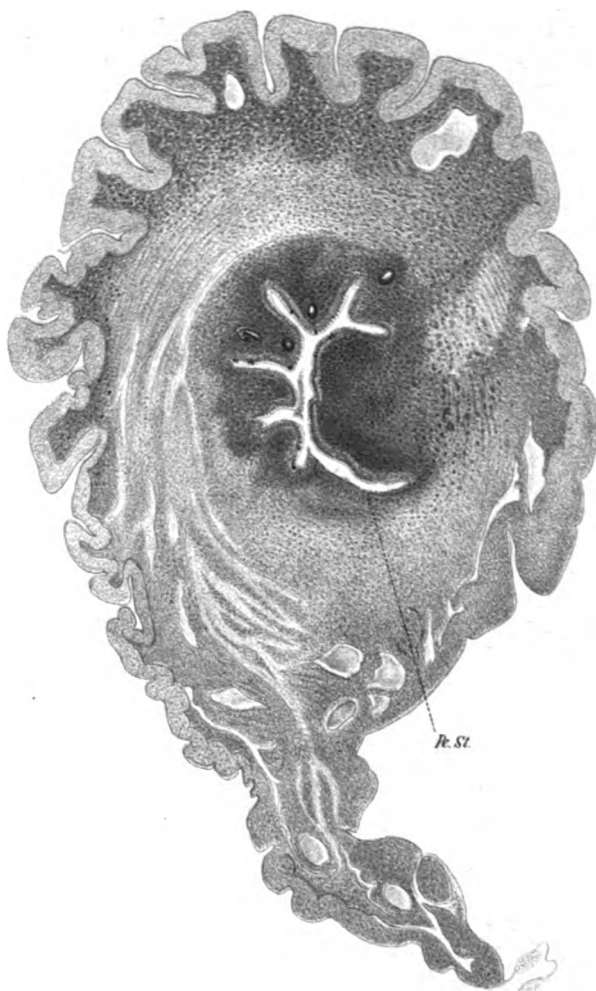


Fig. 18.



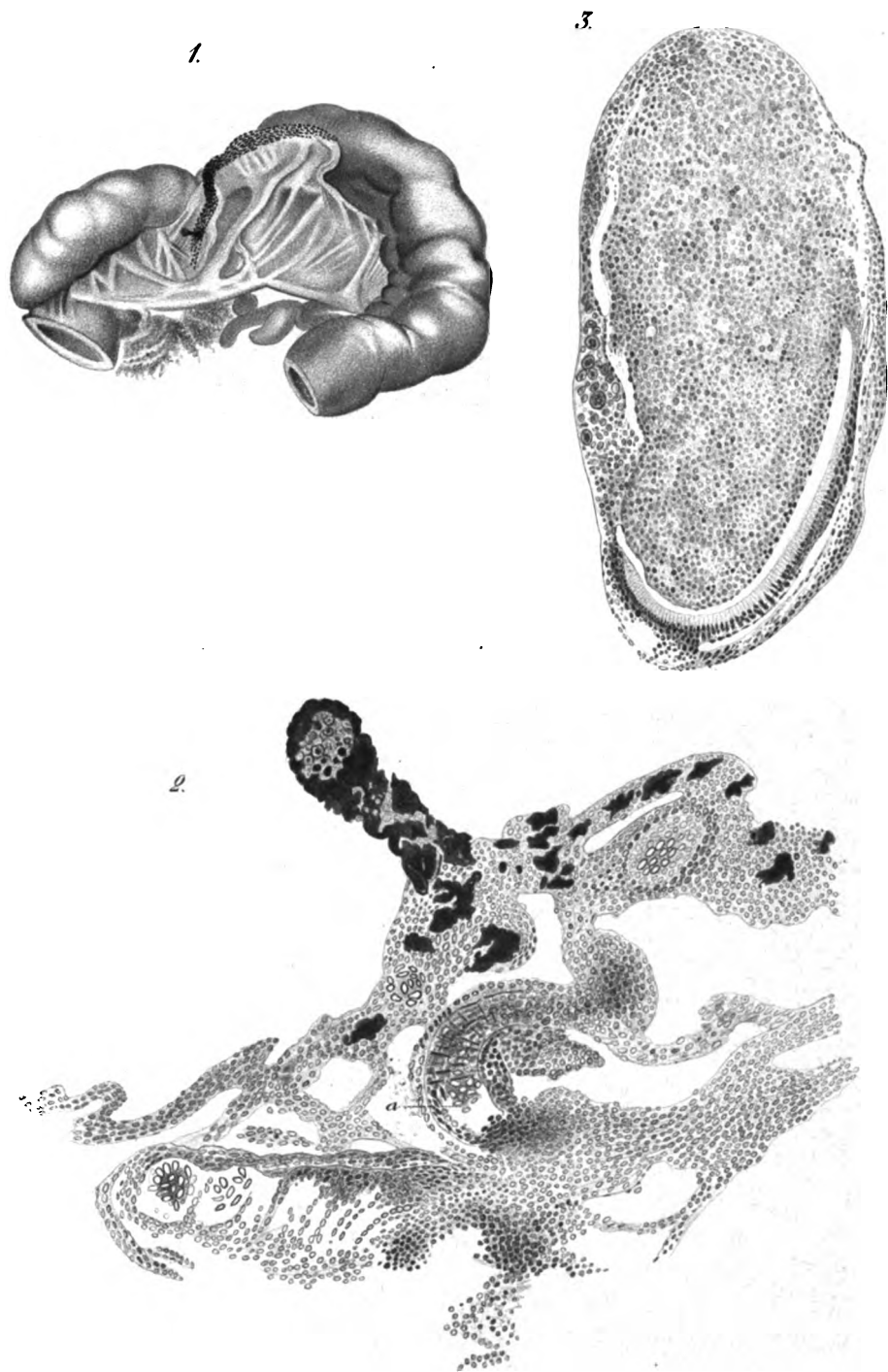
Fig. 19.

1.



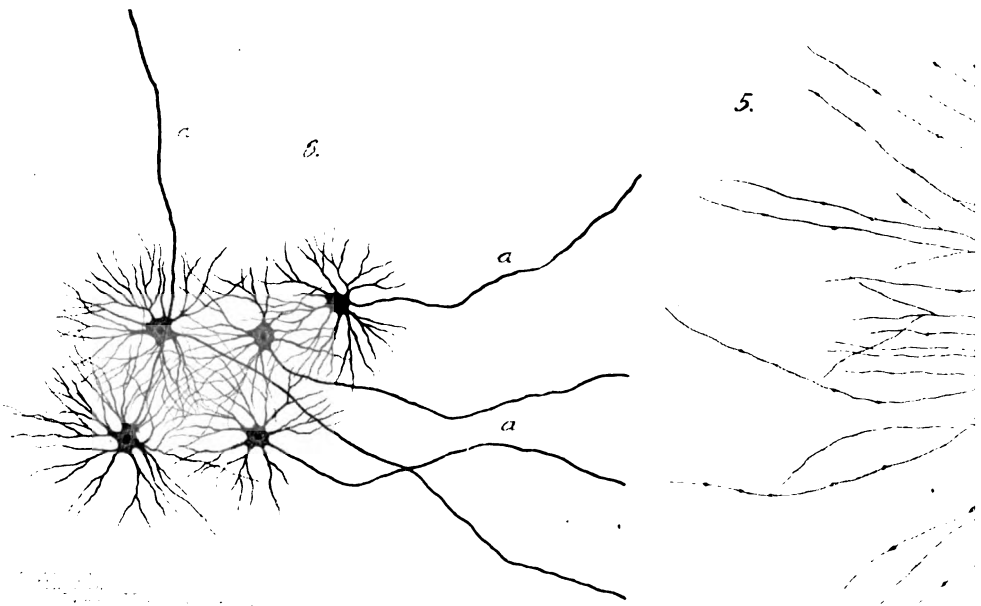
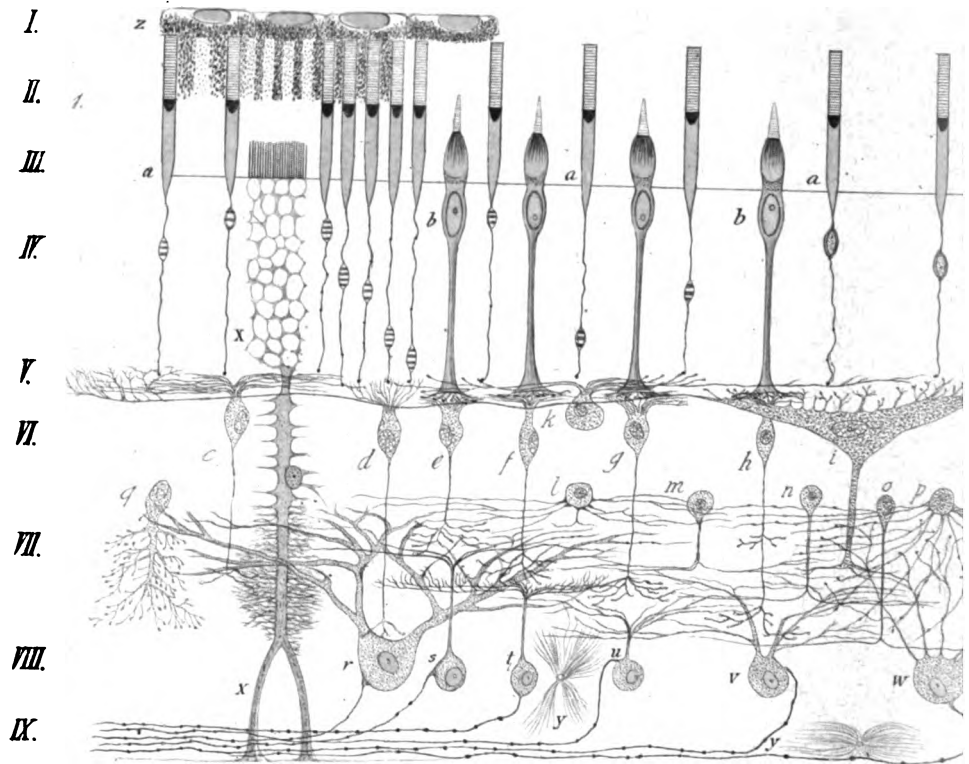
2.

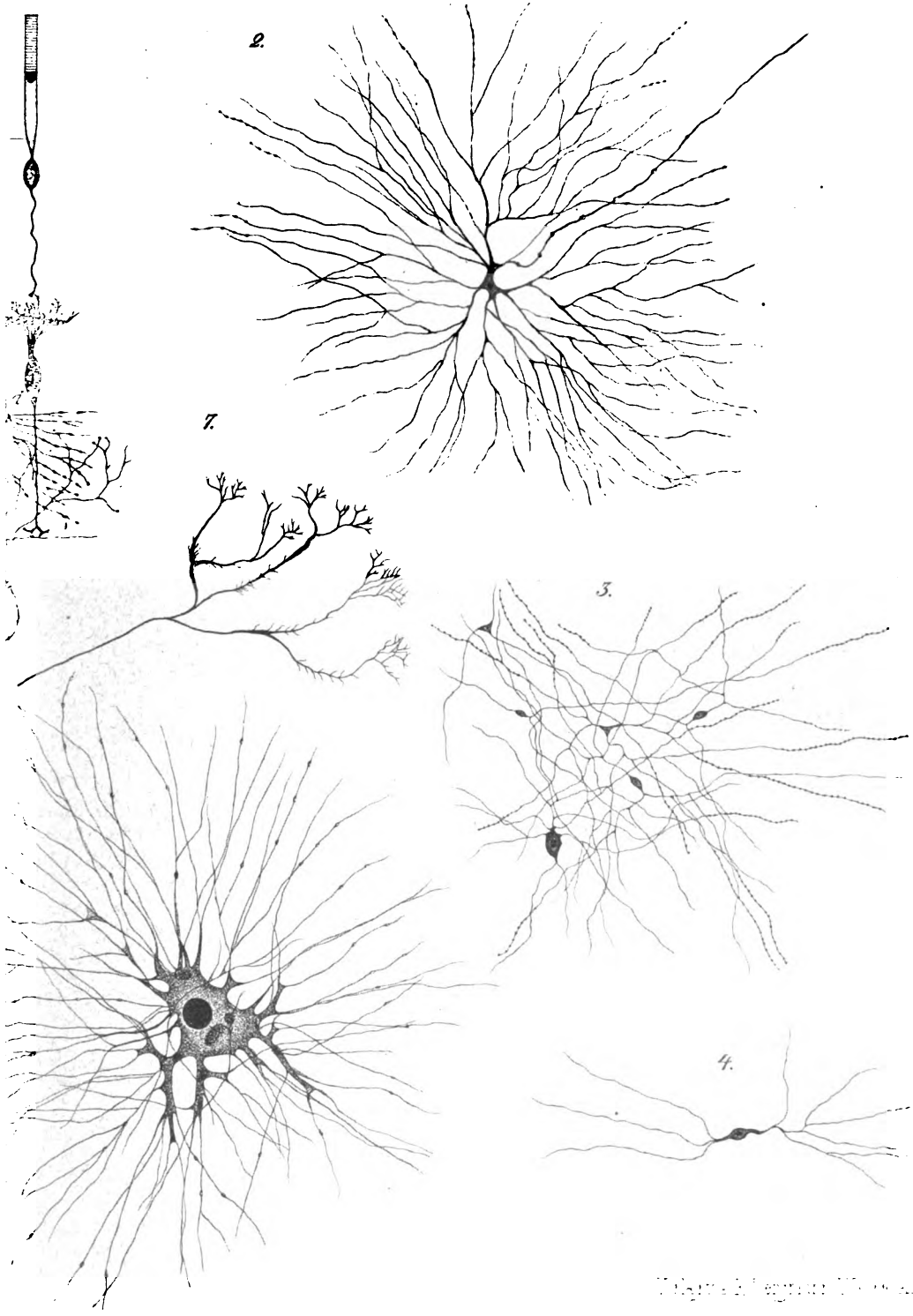




Lith. Anst. v. C. W. v. Schöner.

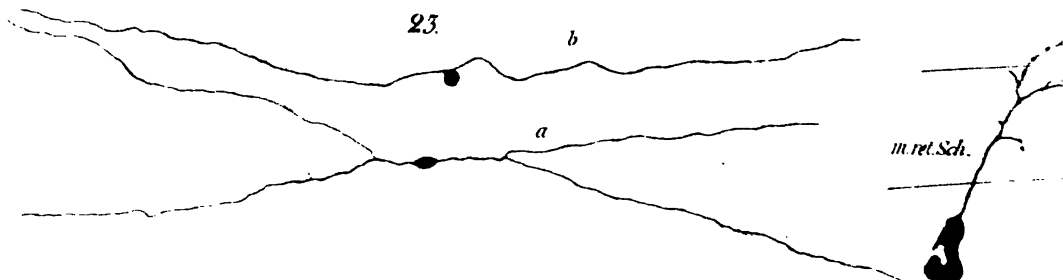
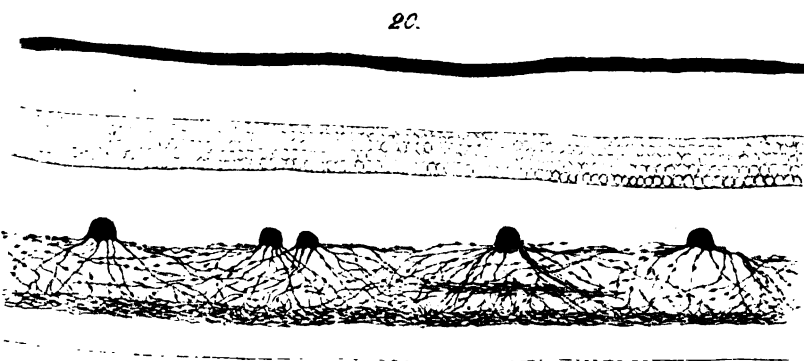
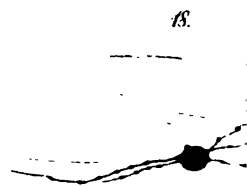
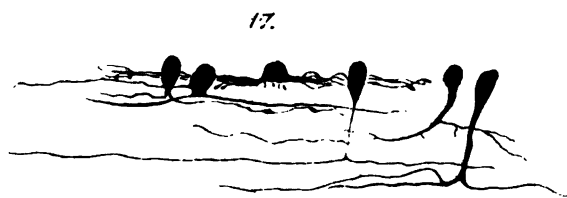
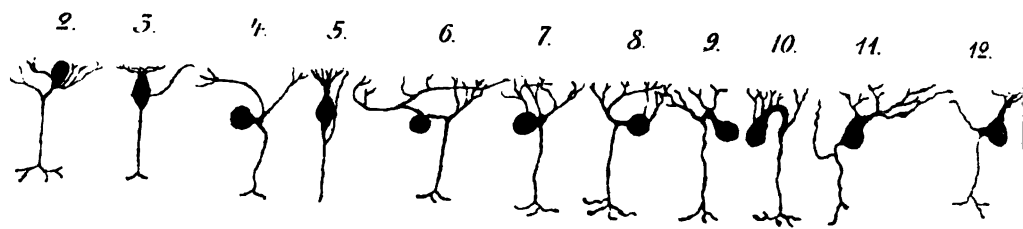
Verfasser: F. Reymann, München.



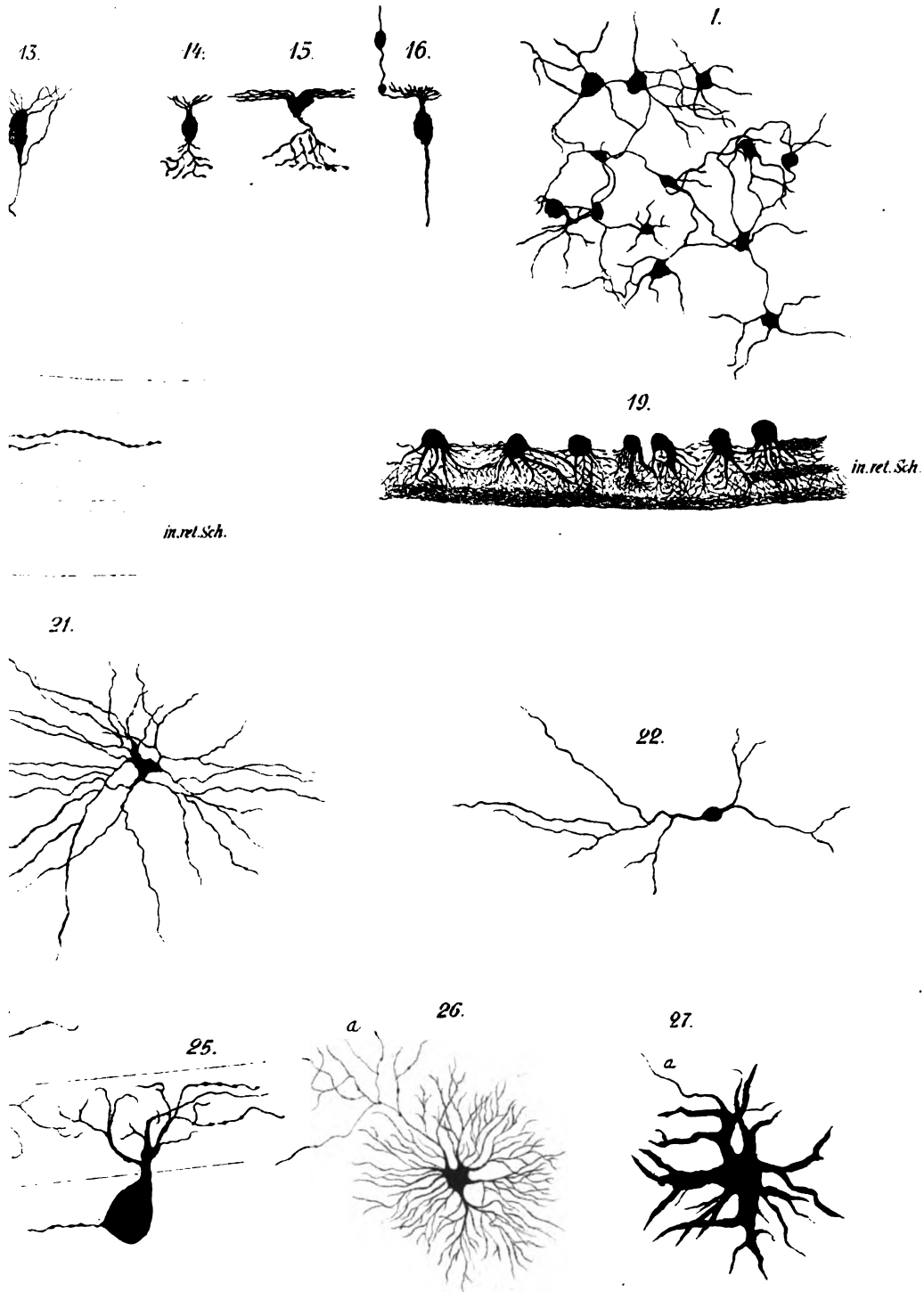


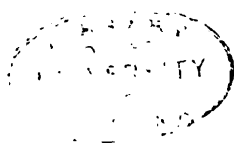
Figures 1-7 represent the same.





Einzelne Nervenfasern





Grundriss der pathologischen Anatomie.

Von

Dr. Hans Schmaus,

erster Assistent am pathol. Institut und Privatdozent an der Universität München.

Mit 191 Holzschnitten. — Preis M. 12.—.

Von den Urtheilen der Presse seien nur nachfolgende wiedergegeben:

. . . . Schmaus hat sich der dankenswerthen Aufgabe unterzogen, einen „Grundriss der pathologischen Anatomie“ zu verfassen und man muss anerkennen, dass ihm die Lösung dieser Aufgabe auch in trefflicher Weise gelungen ist. In kurzer und gedrängter Form entwickelt der Verf. die Lehren der pathologischen Anatomie, ohne deshalb in eine oberflächliche Darstellungsweise zu verfallen.

. . . . Der Grundriss ist dazu bestimmt, dem Studirenden es zu ermöglichen, das Wichtigere von dem, was er in den Vorlesungen gehört und gesehen hat, sich jederzeit ins Gedächtniss zurückrufen und in übersichtlicher Form rekapituliren zu können. Diese Aufgabe erfüllt der Grundriss um so mehr, als derselbe sich nicht allein durch präzise Darstellung, sondern auch durch grosse Uebersichtlichkeit in der Anordnung des Stoffes auszeichnet, welche durch Marginalien und Anwendung verschiedenen Druckes noch besonders erhöht wird.

Münch. med. Wochenschrift.

. . . . Das Buch soll die Mitte einhalten zwischen den grösseren Lehrbüchern der pathologischen Anatomie und den kleinen Abrissen. Es ist in erster Linie für den Anfänger bestimmt und soll ihm in compendiöser Form neben einer Uebersicht über Inhalt und Zusammenhang des Gesamtgebietes auch die Möglichkeit bieten, sich die wichtigsten Detailkenntnisse anzueignen.

. . . . Alles in Allem ist daher nicht zu bezweifeln, dass das Buch in den Kreisen, für die es bestimmt ist, viele Anhänger gewinnen wird.

Deutsche med. Wochenschrift.

. . . . Der Inhalt zeigt in der That bei aller Kürze und doch angenehmen Darstellung eine ausreichende Vollständigkeit. . . . Die zahlreichen Illustrationen sind meist nach Originalzeichnungen sauber und schön wiedergegeben und werden dem Anfänger das Verständniss ausserordentlich erleichtern.

Das Werk kann also dem jungen Mediziner in jeder Beziehung auf's Angelegentlichste empfohlen werden. Es ist ein sehr glücklicher Mittelweg von dem Verf. geliefert worden zwischen den umfangreichen Lehrbüchern und den meist nichts weiter als Definitionen enthaltenden Compendien.

Berliner klin. Wochenschrift.

INHALT.

| | Seite |
|---|-------|
| VIII. H. Kionka, Die Furchung des Hühnereies. (Mit 9 Figuren auf Taf. XIX/XX) | 391 |
| IX. Dr. A. Dupuis, Die Cortische Membran. Mit 2 Figuren im Text und 19 Figuren auf Lichtdrucktafel XXI/XXII | 447 |
| X. Prof. H. Strahl, Der Uterus post partum I. Mit 2 Figuren auf Tafel XXIII | 509 |
| XI. Prof. H. Strahl, Über Dottersacksreste bei Reptilien. Mit 3 Figuren auf Tafel XXIV | 519 |
| XII. Dr. E. Kallius, Untersuchungen über die Netzhaut der Säugetiere. Hierzu Tafel XXV/XXVIII | 527 |

J. F. BERGMANN, — C. W. KREIDEL'S VERLAG, WIESBADEN.

Soeben erschienen:

Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane.

Von Michael v. Lenhossék
in Würzburg.

Mit 3 lithographirten Tafeln und 15 Figuren im Text.
Preis Mk. 12.60.

Die Dottersack-Gefäße des Huhnes.

Von Demetrius Popoff,

Assistenten an der geburtshülflich gynäkologischen Klinik des
Professor A. Lebedeff der Militär-Medizin-Akademie zu St. Petersburg.

Mit 12 lithographirten Tafeln in Farbendruck und 12 lithographirten
Tafel-Erklärungsblättern.

Preis ca. 24 Mk.

Diese Arbeit bildet eine Ergänzung zu dem von Prof. Hans Virchow
herausgegebenen Werke: „Der Dottersack des Huhnes“.

Ärztliche Kunst und medizinische Wissenschaft.

Eine Untersuchung
über die

Ursachen der „Ärztlichen Misère“.

Von Dr. Martin Mendelsohn,
Berlin.

Zweite erweiterte Auflage. — Preis Mk. 1.—.

Druck der kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.



